

EL RENDER 360° COMO HERRAMIENTA PARA EVALUAR ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS

Trabajo final de grado
Fundamentos de la arquitectura

Tutores
Susana Iñarra Abad
Juan Luis Higuera Trujillo

Alumno
Mario Pistoni Pérez



EL **RENDER 360°** COMO HERRAMIENTA PARA EVALUAR ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



LENI

Trabajo final de grado
Fundamentos de la arquitectura

Tutores
Susana Iñarra Abad
Juan Luis Higuera Trujillo

Alumno
Mario Pistoni Pérez

RESUMEN

Las simulaciones ambientales son representaciones de entornos. En el ámbito de la arquitectura, para ello se cuenta con multitud de medios que han ido incorporándose a medida que la tecnología lo ha posibilitado. Actualmente, uno de los más usados es el render. El objetivo principal del trabajo consiste en comparar sistemáticamente dos de sus principales formas: el render 180° impreso en papel, y el novedoso render 360° visualizado en gafas de realidad virtual. De esta forma, tras una revisión del estado de la cuestión, se estudiaron cuantitativa y cualitativamente diversos aspectos subjetivos involucrados en su utilización por parte de diferentes perfiles de usuario, a través de un trabajo de campo en el que se muestran ambos sistemas a una muestra de público objetivo previamente estudiada. Del análisis de los resultados cabe destacar el avance que supone el render 360 que, junto a su asequibilidad, hace prever una rápida incorporación a las herramientas habituales de representación arquitectónica.

RESUM

Les simulacions ambientals són representacions d'entorns. En l'àmbit de l'arquitectura, per a això es compta amb multitud de mitjans que han anat incorporant-se a mesura que la tecnologia ho ha possibilitat. Actualment, un dels més usats és el render. L'objectiu principal del treball consistix a comparar sistemàticament dos de les seues principals formes: el render 180° imprés en paper, i el nou render 360 visualitzat en ulleres de realitat virtual. D'aquesta manera, després d'una revisió de l'estat de la qüestió, es van estudiar quantitativament i qualitativament diversos aspectes subjectius involucrats en la seua utilització per part de diferents perfils d'usuari, a través d'un treball de camp en què es mostren ambdós sistemes a una mostra de públic objectiu prèviament estudiada. De l'anàlisi dels resultats cal destacar l'avanç que suposa el render 360° que, junt amb la seua assequibilitat, fa preveure una ràpida incorporació a les ferramentes habituals de representació arquitectònica.

ABSTRACT

Environmental simulations are representations of surroundings. As technology has made it possible, many means have been incorporated for this purpose in the architectural field. Currently, renders are one of the most used. The main objective of this project is to systematically compare two of their main forms: the 180° render printed on paper, and the new 360° render seen through virtual reality glasses. In this way, following a review of the state of the question, different subjective aspects were quantitatively and qualitatively studied, which were involved in its using by different user profiles through a field in which both systems are shown to a sample target audience previously studied. From the analysis of the results we should highlight the progress of the 360° render which, together with its affordability, provides a quick addition to the common tools used in architectural representation.

ÍNDICE PARTE TEÓRICA

- 1. Evolución histórica infografías 3D
 - 1.1. Breve historia informática gráfica
 - 1.2. Desarrollo de la informática gráfica
- 2. Informática gráfica aplicada a la arquitectura
- 3. Sistemas de creación y representación
 - 3.1 Tiempo no real
 - 3.1.1 Software de cálculo para la construcción
 - 3.1.2 Software de modelado
 - 3.1.3 Software de renderización
 - 3.1.4 Aplicaciones 3D completas
 - 3.1.5 Software de postproducción y tratamiento de la imagen
 - 3.2 Tiempo real
 - 3.2.1 Realidad aumentada
 - 3.2.2 Realidad virtual
- 4. Proceso de creación y representación del espacio arquitectónico en 3D
 - 4.1. Dibujo en 2D
 - 4.2. Modelado 3D a partir de dibujo 2D
 - 4.3. Aplicación de materiales, texturas y luces
 - 4.4. Renderizado
 - 4.5. Postproducción
- 5. Importancia e influencia de los sistemas de renderización y representación gráfica en la actualidad en el ámbito arquitectónico
- 6. Justificación elección render 360°

ÍNDICE PARTE PRÁCTICA

- 7. Casos prácticos de investigación
 - 7.1. Valoraciones de estudio de los casos prácticos
 - 7.1.1 Valoraciones cuantitativas
 - 7.1.2 Valoraciones cualitativas
 - 7.2. Proceso de creación de los casos prácticos
 - 7.2.1 Proceso caso 01
 - 7.2.2 Proceso caso 02
 - 7.2.3 Proceso caso 03
 - 7.2.4 Proceso caso 04
- 8. Análisis y selección de los perfiles de estudio
 - 8.1. Definición del público objetivo
 - 8.2. Definición y cuantificación del universo
 - 8.3. Definición y cuantifiación de la muestra
- 9. Realización de las encuestas
 - 9.1. Localización y situación
 - 9.2. Realización
- 10. Resultados del estudio
 - 10.1. Resultados cuantitativos
 - 10.2. Resultados cualitativos
- 11. Conclusiones y aspectos finales
- 12. Referencias bibliográficas
- 13. Relaciones figuras e imágenes
- 14. Anexos

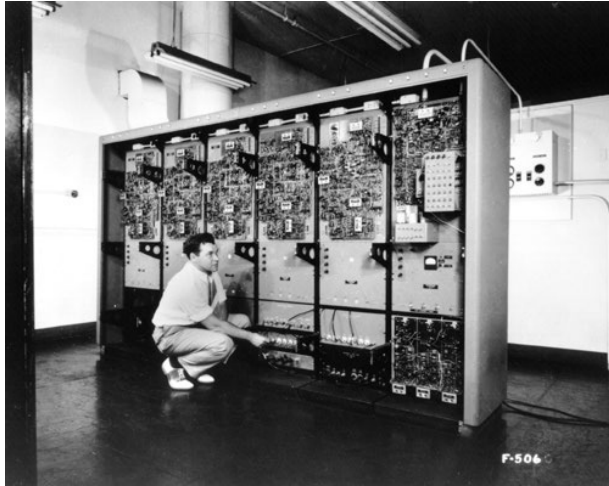


Figura1. La primera computadora con pantalla e introducción de datos a tiempo real. Whirlwind. Museo de ciencias de Boston. (<http://www.computerhistory.org/collections/catalog/102622567>)

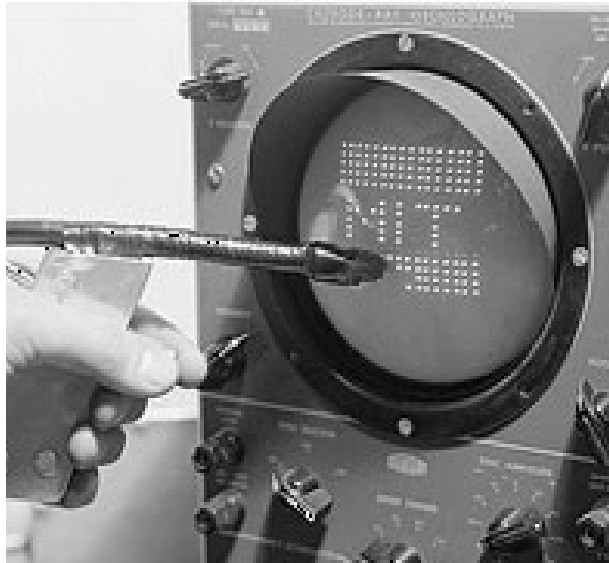


Figura 2. Monitor de la computadora Whirlwind. Museo de ciencias de Boston. (<http://history-computer.com/ModernComputer/Electronic/Whirlwind.html>)

1.1.Breve historia informática gráfica

Si nos ceñimos a la definición de ordenador según la RAE: “Máquina electrónica que, mediante el uso de determinados programas, permite almacenar y tratar información, y resolver problemas de diversa índole”(Española, R.A., 1952. Real academia española. Perlado, Páez.) podemos apreciar que no existe ninguna relación directa con métodos gráficos asignada a su definición. No obstante, la evolución de la tecnología y los ordenadores, es decir, de la tecnología informática, ha permitido que su capacidad de cálculo pueda desembocar en herramientas y elementos relacionados con el diseño gráfico.

Nos encontramos pues con un proceso prolongado. En el que inicialmente era todo un logro recopilar información gráfica en forma de “píxeles”, y que ha avanzado progresivamente hasta la miríada de avances actuales que permiten capacidades como la creación de mundos fotorealistas.

1.2.Desarrollo de la informática gráfica

En primer lugar haremos referencia a lo que debemos denominar como “gráfico” en el mundo de la informática: “se considera que son gráficos todo aquello que no es texto ni sonido”. El término “gráficos por ordenador” (en inglés “computer graphics”) fue acuñado en los años 60 por William Fetter (Fetter, W.A., 1965. McGraw-Hill.) , diseñador gráfico de Boeing, para definir su trabajo. Originalmente, los gráficos por ordenador nacieron con la finalidad de representar ciertos datos al usuario de forma que su comprensión fuese de mayor amplitud. No obstante, el aumento del rendimiento de los ordenadores, como veremos a continuación, permitió la utilización de los gráficos en campos de aplicación puramente visuales, como por ejemplo la industria del cine o de los videojuegos.

El primer ordenador que utilizaba la representación gráfica como salida de datos fue un computador desarrollado por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) alrededor de los años 50. Se trata de la computadora Whirlwind (Project Whirlwind: The history of a pioneer computer. Bedford, Massachusetts: Digital Press.), financiada por las fuerzas armadas de los Estados Unidos. Ninguna computadora había logrado trabajar hasta el momento en “tiempo real”. Es decir, las computadoras requerían normalmente que los operarios grabasen los datos aportados por el investigador, introduciéndolos en la máquina para que posteriormente se procesasen, recibiendo finalmente una salida de datos (muchas veces

después de horas o toda una noche de cálculos). Un simulador requería la capacidad de trabajar con datos introducidos durante la ejecución del programa y salida gráfica en tiempo real.

Si avanzamos un poco en la historia nos encontramos con Ivan Sutherland. Sutherland había estudiado una diplomatura y una licenciatura en ingeniería eléctrica en el Carnegie Institute of Technology, y se disponía a realizar el doctorado en el MIT. Bajo su proyecto de tesis bautizado como “Sketchpad, A Man-Machine Graphical Communication System” (1963) fue capaz de desarrollar un sistema de comunicación hombre-máquina que permitía realizar dibujos técnicos trazando formas directamente sobre la pantalla con el “lightpen”. Poseía algunas características muy ingeniosas e innovadoras que ahora son recurso básico en los programas de CAD: trabajar a escala, posibilidad de hacer zoom, rectas y encuentros perfectos, posibilidad de borrar o manipular las formas creadas, conceptos como instancia, restricción, sistemas de coordenadas, etc.

Pero los desarrollos de Sutherland fueron mucho más allá. Ya como profesor asociado de Ingeniería en la Universidad de Harvard, inventó junto con su alumno Bob Sproull el primer dispositivo de Realidad Virtual. Más adelante desarrolló el primer sistema de Realidad Aumentada, es decir, sistemas que integraban ya imágenes reales con imágenes digitales. Entre 1968 y 1974 fue profesor en la Universidad de Utah, asistiendo a sus clases nombres importantes de la informática gráfica como Edwin Catmull, cofundador de Pixar y actual presidente de Walt Disney y Pixar Animation Studios. En 1968 cofundó Evans and Sutherland, compañía pionera dedicada a los gráficos digitales 3D. Desde entonces ha sido profesor universitario en diversas Universidades estadounidenses y ha continuado investigando y trabajando en el mundo de la imagen digital.

Paralelamente al desarrollo de la informática gráfica, y directamente relacionada con Sutherland, encontramos otros avances que merecen ser mencionados. Entre ellos, los codirigidos por General Motors, varios desarrollos técnicos generales, y el esfuerzo de algunas de las principales Universidades estadounidenses.

Uno de los principales avances nació en el entorno de General Motors, empresa pionera en el uso de ordenadores con propósitos industriales. Desde 1952 se usaban máquinas con tecnología de tarjetas perforadas para realizar cálculos. En 1958 se pidió al departamento de Investigación y Desarrollo que trabajasen sobre un sistema gráfico revolucionario que permitiese optimizar el tiempo y minimizar errores en los diseños (hasta



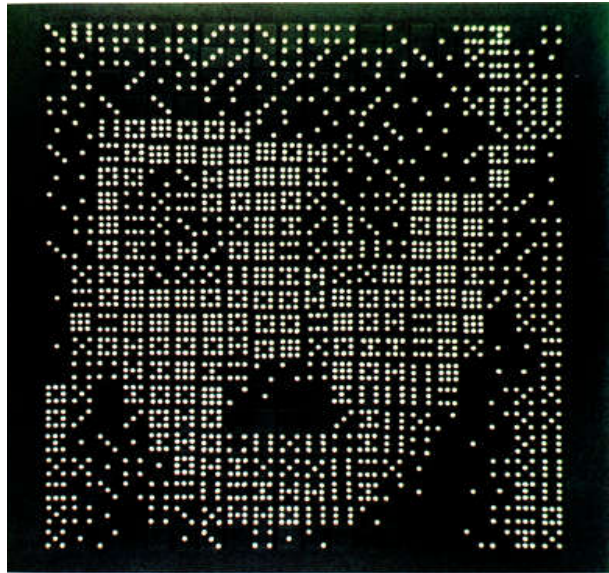
Figura3. Primer sistema de realidad virtual. La espada de Damocles. Ivan Sutherland. (<http://techland.time.com/2013/04/12/a-talk-with-computer-graphics-pioneer-ivan-sutherland/>)



Figuras 4 y 5. Primer programa con interfaz gráfica de usuario. Sketchpad. Ivan Sutherland. (<https://www.youtube.com/watch?v=hFV0kJfAXM>)



Figura 6. Primer CAD comercial de la historia. DAC-1. IBM y General Motors. (<https://es.pinterest.com/bucefalo7/retro-lightpen/>)



-Figura7. Reconstrucción de una imagen utilizando caracteres tipográficos. Beflix. Knowlton y Harmon (<http://dada.compart-bremen.de/item/agent/203>)

ahora realizados a mano). Lo que se pedía era un sistema que permitiese el almacenamiento digital de los diseños, la realización de modificaciones, rotaciones, cambios de escala y de punto de vista y, finalmente, la impresión adecuada de los mismos. El sistema, llamado DAC-1 “Design Augmented by Computer” (Jacks, E.L., 1966. Design Augmented by Computers. Design Quarterly, pp.24-29.) fué desarrollado en colaboración con IBM en 1959. Una vez digitalizados los diseños, el programa era capaz de convertir líneas en formas tridimensionales. Este hecho supuso una gran innovación y generó una gran cantidad de trabajos de investigación a su alrededor. En los años 60, con una tecnología de Hardware suficientemente desarrollada, se producen grandes avances en técnicas gráficas informáticas.

En estas fechas se generaron también algunos desarrollos técnicos generales de cierta relevancia. Entre ellos podemos destacar el de Ken Knowlton, y el de Nelson Max. Knowlton desarrolló un algoritmo que reconstruye imágenes fotográficas a partir de caracteres digitales; suponiendo una aplicación artística que abrió las puertas al estudio de la percepción humana: Beflix (Knowlton, Ken, and Leon Harmon. (“Computer-produced grey scales (1972)) Max generó desarrolló un sistema de animación de estructuras moleculares, intentando demostrar la aptitud de la informática gráfica en la visualización científica.

Tanto en su desarrollo como en su origen, las universidades han tenido un papel muy relevante. Tras los principales avances liderados por las Universidades de Harvard, MIT y Utah, tanto el Gobierno de los Estados Unidos de América como su industria comprendieron la importancia de la Investigación y Desarrollo de la informática gráfica. De esta forma se establecieron fondos para incentivar los avances en este campo y se crearon laboratorios e institutos de investigación en todas las Universidades norteamericanas importantes, sentándose en los años 70 las bases teóricas que se utilizan aún hoy en día. Destacan las líneas de la Universidad de Cornell, la del New York Institute of Technology, y la del Instituto Tecnológico de California. La Universidad de Cornell (New York), recibiendo su primera beca en 1973 para el Programa de Gráficos por Computador, funda un laboratorio pionero en imagen de síntesis fotorrealista. Se aplican por primera vez leyes físicas para la investigación de métodos de iluminación (directa e indirecta), dando lugar su trabajo a sistemas de renderizado que se han aplicado posteriormente en software comercial. Uno de sus estudios estrella fué la “Cornell Box” (SIGGRAPH '84 Proceedings), una caja con condiciones de color, iluminación y sombras controladas que sirve de experimento para comparar distintos métodos de iluminación fotorrealista. El New York Institute of Technology (NYIT) recibió en 1974 generosos fondos

de un inversor privado (Alex Schure, New York), para formar su Laboratorio de Gráficos por Computador. Por ello, fueron capaces de adquirir las computadoras más avanzadas de la época y se reclutó a los mejores investigadores, incluyendo antiguos estudiantes de la Universidad de Utah. El NYIT realizó grandes aportaciones para el mundo audiovisual. Por ejemplo, se desarrollaron programas de morphing (técnica de transformación de una imagen en otra, utilizada por primera vez en la película Willow en 1988 por Industrial Light and Magic), composición de imagen por capas (de uso habitual en películas y series para añadir fondos y elementos digitales), mapeado de texturas (utilizado en cualquier modelo tridimensional), o mapeado reflectante de entornos (usado para integrar elementos reflectantes en entornos reales). Además, lucharon por demostrar que la visualización de imágenes sintéticas puede ayudar a los científicos en la comprensión e interpretación de datos. A partir de la información recopilada por microscopio o ultrasonidos pudieron generar entornos de realidad aumentada de ayuda en operaciones quirúrgicas de precisión. El Instituto Tecnológico de California fundó su Departamento de Computer Science en 1976 (A new computer communication switching technique. Computer Networks (1976)). Para ello reclutó a los mejores investigadores del momento, encontrándose Ivan Sutherland entre los más determinantes. El equipo centro gran parte de sus trabajos en el desarrollo de sistemas de renderización físicamente reales basados en las teorías del electromagnetismo, la cual ha desembocado en una generación de motores de render ultra realistas.

Se cerró de esta manera una etapa primordial para el desarrollo de la informática gráfica, que avanzó desde este punto de la historia con una rapidez sorprendente. Desde ese momento siguió habiendo multitud de instituciones y personalidades interesadas en el ámbito gráfico, (anteriormente desconocido) y que representa, actualmente, una parte muy importante para el desarrollo de nuestras vidas.

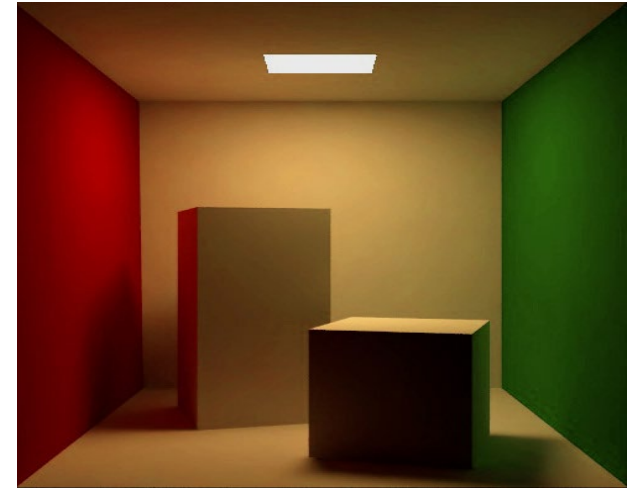
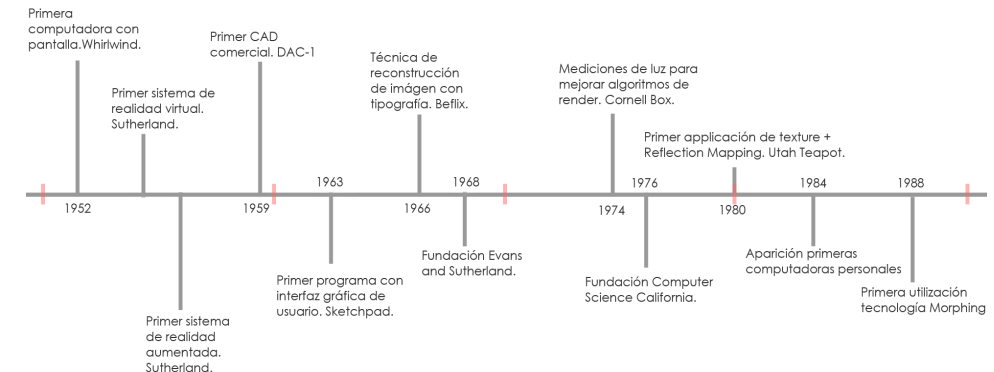


Figura 8. Mediciones de luz para perfeccionar algoritmos de los motores de render. Cornell Box. (https://en.wikipedia.org/wiki/Cornell_box)

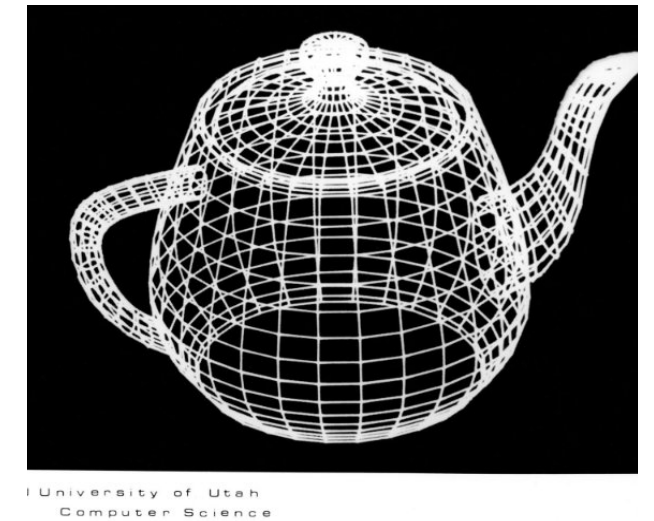


Figura 9. Primera aplicación de Texture mapping y Reflection mapping. Utah Teapot. Computer Science California. (<http://www.computerhistory.org/revolution/computer-graphics-music-and-art/15/206>)

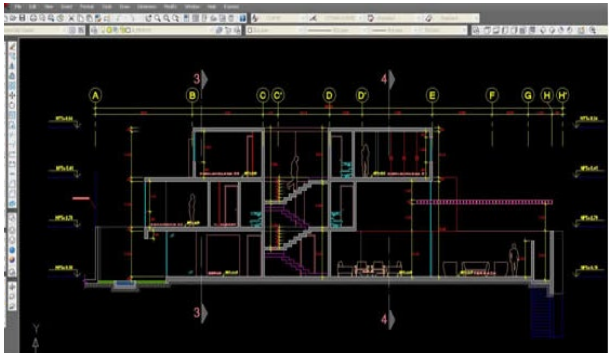


Figura 10. Captura de pantalla del programa Autocad. Autodesk.

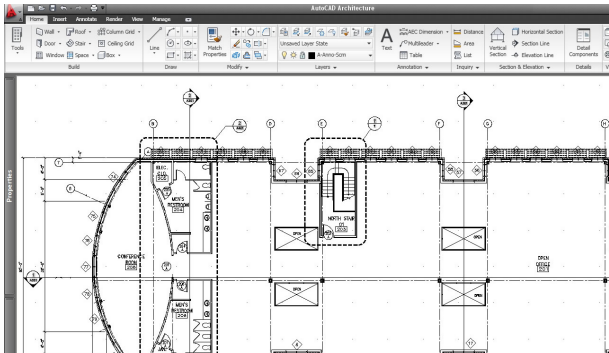


Figura 11. Captura de pantalla del programa Autocad Architecture. Autodesk.

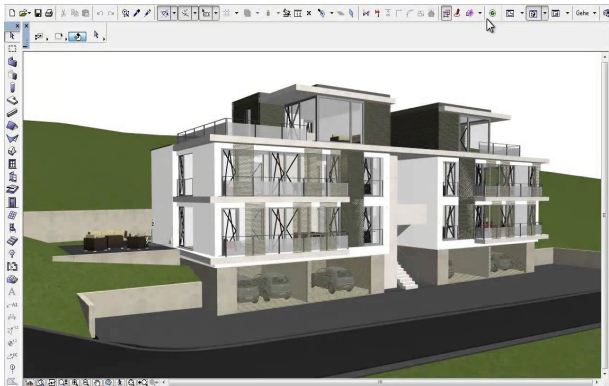


Figura 12. Captura de pantalla del programa Archicad. Graphisoft.

2. Informática gráfica aplicada a la arquitectura

Entendemos por CAD todo sistema informático que trabaje como Diseño Asistido por Ordenador (Computer Aided Design) para el análisis y la creación de diseños, en la mayoría de casos dibujos técnicos. Los programas más primitivos de CAD (Dr. Patrick Hanratty, "PRONTO" 1957) eran capaces únicamente de delinear, es decir, permitían dibujar con líneas tal y como actualmente podemos dibujar sobre un papel. Puesto que dichos programas se basan en gráficos vectoriales, tienen un alto grado de precisión que dan como resultado geometrías con una perfecta definición. Entre otros, son capaces de resolver los encuentros en un solo punto, realizar zooms infinitos, e imprimir el dibujo en multitud de escalas sin perder calidad. En este sentido, podemos considerar las siguientes ventajas de dibujar con CAD frente al dibujo a mano:

- Elevada precisión en el trabajo llegando incluso a la exactitud.
- Ayudas complementarias al dibujo y a la visualización.
- Ahorro sustancial de tiempo en la elaboración y modificación de los diseños.
- Reducción de los errores gracias a nuevas opciones de rectificación.
- Facilidad en la gestión, colaboración e impresión de la información.
- Creación de formas paramétricas.

La interfaz de los programas CAD suelen constar de dos áreas diferenciadas. Por un lado, una zona amplia de dibujo, y por otra una zona de barras y menús de acceso a los comandos y órdenes. En esta última podemos encontrar los siguientes grupos:

- Creación de geometrías.
- Modificación de geometrías creadas anteriormente.
- Visualización, información e impresión.
- Gestión, configuración y ayudas al dibujo.

Con el tiempo y según se han ido desarrollando los programas CAD han ido apareciendo otros subgéneros dentro del propio sistema CAD. No obstante, en este trabajo trataremos de fijarnos en las aplicaciones que tienen importante relación con la arquitectura, como son:

CAD

Los programas CAD han terminado por extenderse a todas las ramas relacionadas con el diseño industrial y, en general, a cualquier ámbito donde se precise un plano técnico. Es por ello que han ido incorporando prestaciones específicas para cada uno de estos ámbitos, siendo actualmente

difícil determinar hasta dónde puede llegar el término CAD. Por ello, se podría decir que un programa CAD es aquel con el que somos capaces de dibujar cualquier cosa (Juan López-Tarruella Maldonado, 2012).

En el ámbito de la arquitectura nos encontramos con el programa Autocad, de Autodesk, siendo el más habitual para el dibujo de proyectual. No obstante, en la actualidad hay una vertiente de la arquitectura que está empezando a utilizar BIM, otra variante de aplicaciones que explicaremos más adelante.

CAAD

Se consideran programas CAAD "Computer Aided Architectonical Design" (Rattenbury, T. and Canny, J., 2007) que se traduce como Diseño Arquitectónico Asistido por Ordenador, a los softwares que incorporan de alguna forma funciones de creación concreta de objetos arquitectónicos así como herramientas de ayuda para el trabajo del arquitecto. Hasta hace algún tiempo, el más conocido era Autocad Architecture, de Autodesk, donde ya se incorporaban ciertos elementos específicos tales como muros, ventanas, detalles constructivos, etc. Este último ha sido reemplazado por otros programas BIM que explicaremos a continuación.

BIM

Los programas BIM "Building Information Modelling" (Azhar, S., 2011) o de modelado de información para la edificación, consisten en programas dinámicos de modelado de edificios en tres dimensiones y a tiempo real, con el objetivo de reducir la pérdida de tiempo y de recursos en el diseño y en su posterior construcción. Dichos programas, elaboran un modelo de información del proyecto completo, abarcando aspectos como la geometría, las relaciones espaciales, la información geográfica y las propiedades de sus detalles y componentes.

El primer programa a mencionar de este tipo es Archicad, de Graphisoft, pionero en sistemas BIM y el único competente en el mercado hasta pocos años atrás. En la actualidad podemos contar con Revit, de Autodesk, programa que posee ya todas las características necesarias para trabajar con BIM partiendo de ciertos conocimientos que pueden ser adquiridos desde programas CAD.

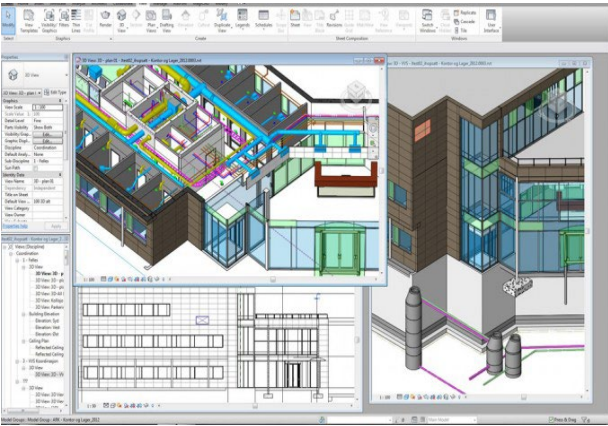


Figura 13. Captura de pantalla del programa Revit. Autodesk.

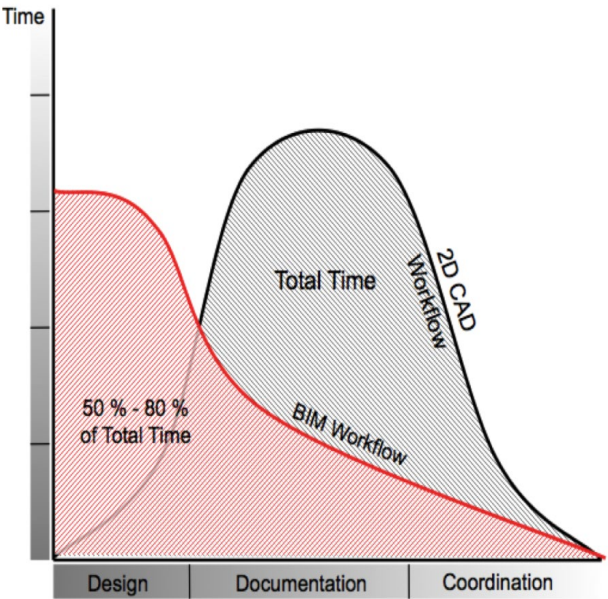


Figura 14. Gráfico que muestra el rendimiento en cuanto al tiempo de trabajo / resultados de los programas CAD vs BIM. (http://www.graphisoft.com/images/open_bim/about_bim/image-CADvsBIM.png)

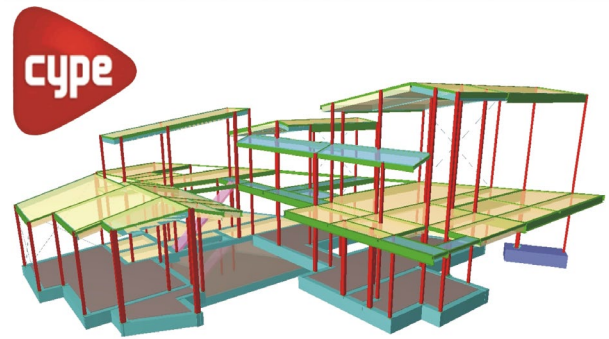


Figura 15. Análisis estructural. CYPE. (<http://etsie.ugr.es/cype>)

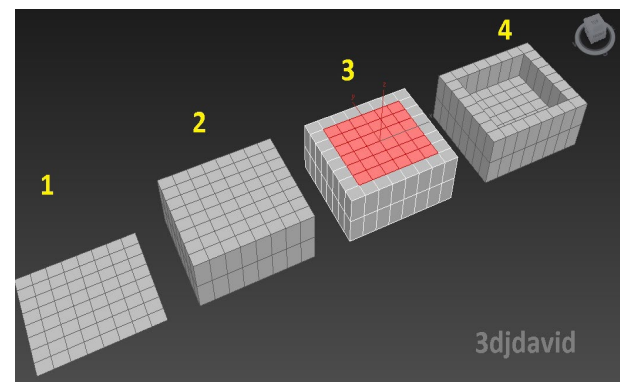
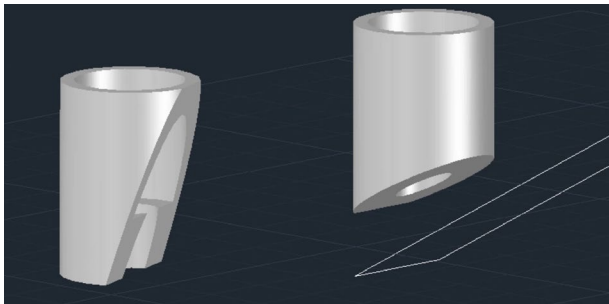


Figura 16. Comandos más utilizado en los modelados 3D. Extrusión y Corte. (<https://xisupport.com/category/ice-modeling/>)

3.1 Tiempo no real

Nos referimos a software de tiempo no real cuando dichos programas utilizan información para procesarla y obtener un resultado a posteriori. Los más destacables serían los siguientes:

3.1.1 Software de cálculo para la construcción

A continuación nos referiremos a los programas de cálculo de estructuras e instalaciones dentro del sector de la construcción. Es importante diferenciarlos de los programas considerados como CAE (software en el que es posible modelizar entidades para analizar sus propiedades físicas) mediante métodos matemáticos como el de elementos finitos. El software de cálculo (o diseño y cálculo) usado en el sector de la construcción, suele estar programado hacia un fin específico y cerrado, para presentar soluciones concretas cumpliendo una normativa en particular.

En primer lugar encontramos el software de cálculo de estructuras. Generalmente permite la introducción de bases de cálculo según indica la norma, el modelado de la estructura y la introducción de cargas. Posteriormente realiza el cálculo, propone soluciones de armado (si se trabaja con hormigón) o secciones que cumplan los esfuerzos requeridos, y presenta los resultados (planos y listados) en el formato concreto que se usa en el sector. En este grupo cabría citar CYPECAD de Cype ingenieros S.A. y Tricalc de Arktec.

En la otra gran ocupación se encuentra el software de diseño y cálculo de instalaciones. Se puede afirmar que la oferta de estos softwares es mucho más amplia al cubrir todo el rango de instalaciones posibles. Entre ellas: electrotecnia, iluminación, fontanería y saneamiento -incluyendo instalaciones hidráulicas de protección contra incendio-, calefacción y climatización, instalaciones de paneles solares para ACS y fotovoltaica, y telecomunicaciones. En este grupo cabría destacar el conjunto de programas de CYPE "Instalaciones del Edificio" que, dentro de una misma interfaz gráfica, permite calcular las distintas instalaciones mencionadas. A modo de ejemplo, otros softwares serían DIALux (estudios lumínicos), VPClima (instalaciones de climatización), y Dmelect (instalaciones eléctricas).

Para finalizar, habría que mencionar un tercer grupo de programas que han surgido en torno al CTE (Silva, F.B. and Díaz, A.L., 2010). Estos realizan los cálculos necesarios para justificar los apartados de los Documentos Básicos que así lo requieren, adoptando para ello directamente los métodos de cálculo indicados en la normativa.

3.1.2 Software de modelado

Se entiende como programas de modelado tridimensional a los que son capaces de crear objetos complejos en tres dimensiones, a partir de formas iniciales y mediante ciertas operaciones (extrusiones, revoluciones, adiciones, cortes, sustracciones booleanas...).

Inicialmente, los programas de CAD arquitectónico usados habitualmente no tenían la capacidad de trabajar en tres dimensiones, y cuando se añadió dicha opción comprendían únicamente funciones rudimentarias. Es por ello que lo frecuente a la hora de elaborar modelos tridimensionales para su renderizado, fuera utilizar programas específicos de modelado tridimensional.

Con el tiempo, los programas de CAD más usuales han mejorado notablemente sus capacidades de modelado tridimensional, habiendo llegado a programas de tipo BIM donde se trabaja desde el inicio en tres dimensiones. Sin embargo, los programas orientados a la arquitectura siguen careciendo de prestaciones para el trabajo con modelos complejos o de formas orgánicas. Por ello siguen teniendo cuota de mercado los programas específicos de modelado tridimensional. Entre los más populares: 3ds max, de Autodesk; Rhinoceros, de Robert McNeel & Associates; y Sketchup, de Google.

3.1.3 Software de renderización

El proceso de renderización consiste en la generación de una imagen virtual a partir de un modelo tridimensional. Como se ha visto, los programas de modelado permiten crear geometría tridimensional, pero para obtener imágenes de dicha geometría hace falta renderizar el modelo. En este punto podemos encontrar varios casos:

- Programas donde sea necesario la exportación del archivo modelo a otros programas propios de renderizado, ya que estos mismos no incluyen motor de render alguno. Por ejemplo, Sketchup no renderiza, pero puede exportar a Kerkithea o Fryrender para generar imágenes realistas.

- Programas de modelado que tienen opciones de renderizado limitadas, por lo que también se suele exportar la geometría a un renderizador potente. Por ejemplo, AutoCAD incorpora el motor de render MentalRay con características básicas, así que para imágenes muy efectivas la geometría se suele llevar a 3ds Max que incluye características avanzadas de renderizado y de prestaciones mucho más elevadas.

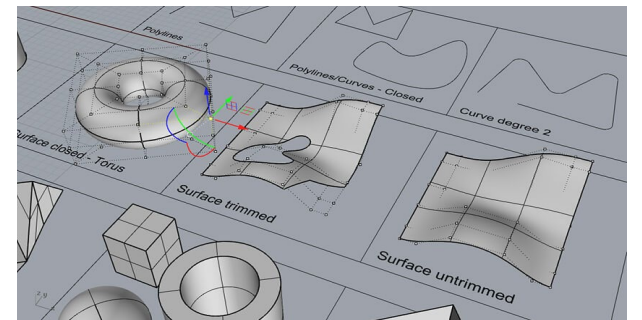
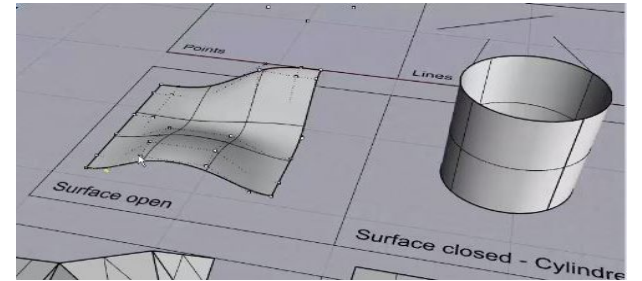


Figura 17 y 18 . Operaciones complejas de modelado. Rhinoceros. (<https://thinkparametric.com/courses/rhino-101-fundamentals-of-3d-modelling>)

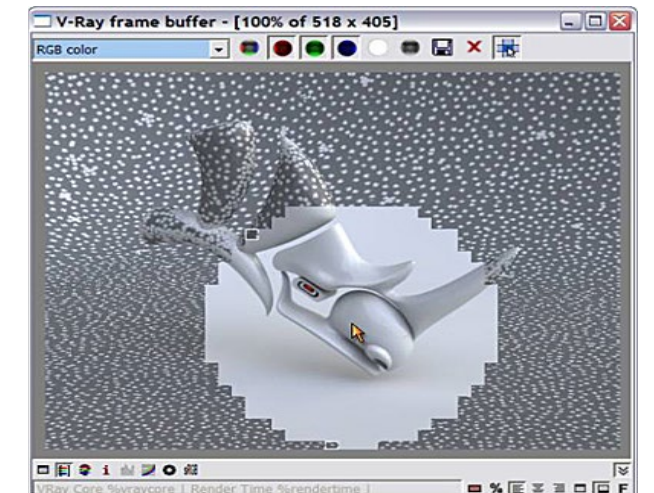


Figura 19. Proceso de renderizado. Rhinoceros con V-ray. (https://www.vray.com/vray_for_rhino/manual/vray_frame_buffer.shtml)



Figura 20. Proceso de renderizado de un cabello. V-ray 3ds max. (https://www.youtube.com/watch?v=Gu_gpNu5VVE)

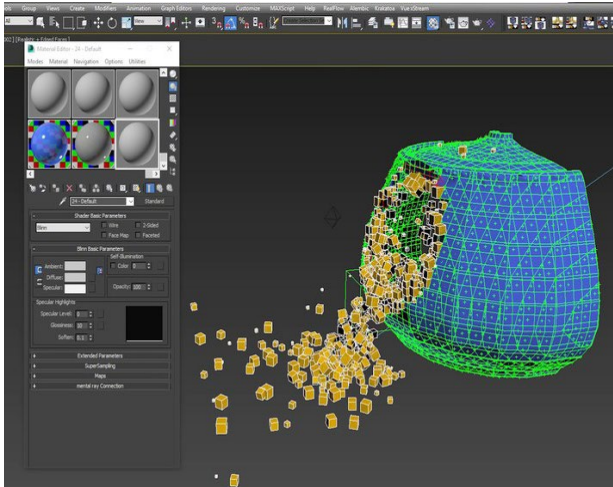


Figura 21. Proceso completo de animación. 3ds max. (<http://forums.autodesk.com/t5/3ds-max/ct-p/area-c1>)

-Motores de render que funcionan como plug-ins, es decir, añadidos, dentro de otro programa. Por ejemplo, el conocido motor de render Vray se puede instalar como plug-in en 3ds Max para poder crear imágenes realistas usando éste último. Aparentemente son los más efectivos en cuanto a resultado final. Por lo tanto, un motor de render es el programa, o la parte del programa, que se encarga de calcular por distintos métodos cómo se verá la geometría. Para ello, tiene en cuenta funciones básicas como las siguientes: definición de la iluminación de la escena, definición de los materiales en escena, definición de condiciones ambientales y fotográficas, y cálculo (renderizado) de la escena a partir de los datos definidos. Algunos de los motores de render más populares son: Mental Ray, de Nvidia; Vray, de Chaos Group; Indigo Renderer, de Glare Technologies; Fryrender, de Random Control; y Maxwell Render, de Next Limit Technologies.

3.1.4 Aplicaciones 3D completas

Se entiende por aplicaciones completas, soluciones completas o softwares que incorporan distintas herramientas para lograr un producto final prácticamente acabado. Pueden incluir:

- Modelador 3D, y opciones de importación desde otras aplicaciones.
- Sistemas de iluminación y materiales.
- Herramientas de animación.
- Herramientas para la animación de personajes, como rigging, skinning y cinemáticas inversas.
- Aplicaciones específicas como: sistemas de partículas, sistemas de fluidos, o sistemas físicos (gravedad, colisiones...).
- Motor de render, y posibilidad de incorporar nuevos motores de render.
- Composición o edición de video.

Estos programas suelen ser complejos de dominar (o de dominar todo su potencial) y suelen exprimir sus prestaciones en el mundo de la animación profesional. Sin embargo, algunos de ellos se consideran idóneos en el mundo de la infografía arquitectónica cuando se requieren niveles de calidad que un programa de CAD habitual no es capaz de ofrecer. Destaca 3ds Max, de Autodesk, programa de modelado, animación y renderización de completísimas características. Este último, el que históricamente se ha convertido en el software de visualización arquitectónica por excelencia: en un principio desarrollando todas las fases de la infografía y, cuando los programas de CAD adquirieron la suficiente capacidad de modelado tridimensional, encargándose del texturizado, iluminación y renderizado. No obstante, sus posibilidades van mucho más allá de lo que se aprovecha en la visualización arquitectónica.

3.1.5 Software de postproducción y tratamiento de la imagen

Se pueden denominar programas de postproducción a los softwares que aportan acabados finales o retoques a las imágenes o los videos generados por distintos motores de render (también haciendo referencia al ámbito de la fotografía). Estos retoques o correcciones pueden comprender:

- La corrección de valores de luminosidad, contraste o color (etalonaje).
- La inserción o eliminación de elementos en la imagen generada (personajes, fondos...).
- La adición de efectos atmosféricos, lumínicos o desenfoques.
- La aplicación de filtros de efectos artísticos (simulación de acuarelas, lápiz, cartoon...).
- La sobreimpresión de rótulos o textos.

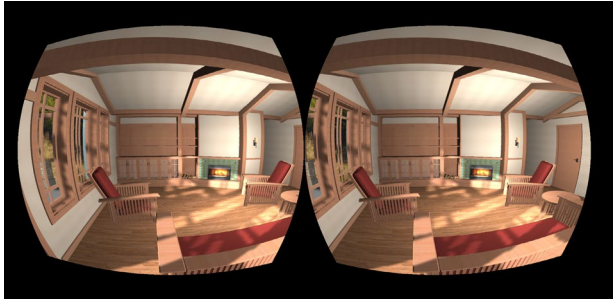
Para ello se suele utilizar software de edición digital de imágenes y retoque fotográfico en el caso de imágenes estáticas, o de composición digital de video en el caso de animaciones y, hay que hacer notar que en ambos casos el programa suele trabajar en dos dimensiones. Ejemplos de software de edición digital de imágenes serían el popular Photoshop, de Adobe, programa de referencia en su ámbito; o Gimp, de Gimp.org, alternativa gratuita que está alcanzando gran difusión. Ejemplos homólogos en composición digital de video serían After Effects, de Adobe; o Combustion, de Autodesk. El trabajo de postproducción no debe considerarse despreciable por ser la última fase de creación de las infografías.



Figura 22. Adición de efectos de postproducción a imagen previamente renderizada. Photoshop. (<https://www.youtube.com/watch?v=JRoqO-BQlh4>)



Figura 23. Adición de detalles via realidad aumentada a un espacio diáfano. App Iris. (<http://www.muycomputer.com/2011/08/29/fujitsu-iris-imaginando-tablet-futuro>)



Figuras 24 y 25. Experiencias de realidad virtual. Unity 3D (23) y Unreal Engine (24). (<http://www.hypergridbusiness.com/2013/04/architectures-virtual-reality/>) (<https://www.youtube.com/watch?v=X4ALrFcmSkw>)

3.2 Tiempo real

Nos referimos a software de tiempo real cuando dichos sistemas interaccionan con su entorno físico y responden a estímulos del entorno dentro de un plazo de tiempo determinado. Para que sean consideradas de tiempo real, su ejecución es necesaria dentro de un intervalo de tiempo determinado (Akenine-Möller, 2008).

3.2.1 Realidad aumentada

Cuando hablamos de programas que utilizan la realidad aumentada, nos referimos a los softwares que son capaces de definir una visión de un espacio a través de un dispositivo tecnológico, en un entorno físico real donde sus elementos se combinan con otros elementos virtuales para aportar cierta información al espacio (ad5/realidad aumentada arquitectura, 2015).

Dicho sistema se ha empezado a utilizar en ámbitos relacionados con la arquitectura, tales como la restauración o la presentación de proyectos en solares. Esta herramienta hará que un futuro cliente pueda visualizar de manera más clara el espacio que se está estudiando y/o proyectando.

Ejemplos a destacar en el ámbito de la realidad aumentada serían: Unity 3D, de Unity technologies, a partir del cual se pueden implementar datos a un espacio real e incluso combinar la realidad virtual con la aumentada; y Visuarq, de Visuar, una aplicación enfocada al sector arquitectónico que permite acercar los usuarios a esta nueva forma de visualizar los proyectos.

3.2.2 Realidad virtual

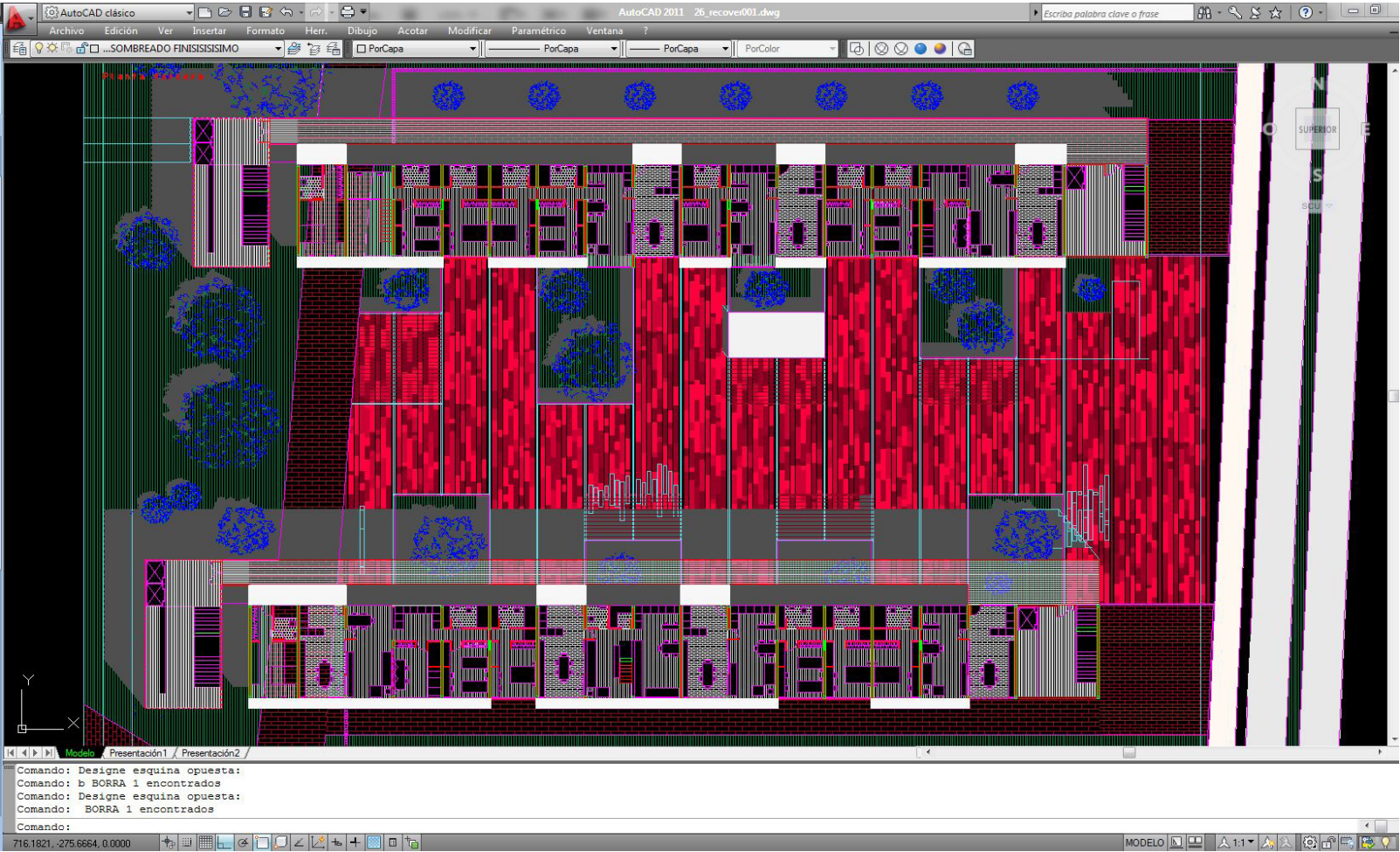
En los últimos años, la velocidad de cálculo de las representaciones tridimensionales por ordenadores se ha multiplicado exponencialmente debido a la evolución de las tarjetas gráficas. Inicialmente, la tarjeta gráfica era un elemento que se encargaba de traducir los datos gráficos recibidos por la CPU (unidad central de procesamiento) en información comprensible por el dispositivo de salida. La innovación llega cuando se empieza a incorporar su propia memoria RAM y su propia GPU (unidad de procesamiento de gráficos) a la misma, siendo por ello mucho más eficiente y liberando recursos al resto del sistema. Cuando el aumento en la velocidad de tratamiento de la información tridimensional llega a ser tal que permite el cálculo y representación de más de 10 escenas por segundo, podemos empezar a hablar de visualización en tiempo real (nas. nasa.gov, 2015). Gracias a ello, podemos hablar del fenómeno POV (point of view) donde somos capaces de introducirnos en primera persona en el espacio diseñado por ordenador.

4.1. Dibujo en 2D

Como todo proyecto de arquitectura, es necesaria su representación en dos dimensiones para la “construcción” del mismo, con sus respectivas escalas y medidas. Estas mismas medidas, dibujadas en dos dimensiones en cualquiera de los programas CAD ya analizados, servirán de base para la realización del modelado 3D.

Figura 26. Captura de pantalla proceso de creación de infografía 3D. Delineación 2D. Autocad. (Elaboración propia)

En el ejemplo analizado se aprecia como se utiliza el programa Autocad para la delineación y las medidas del dibujo.

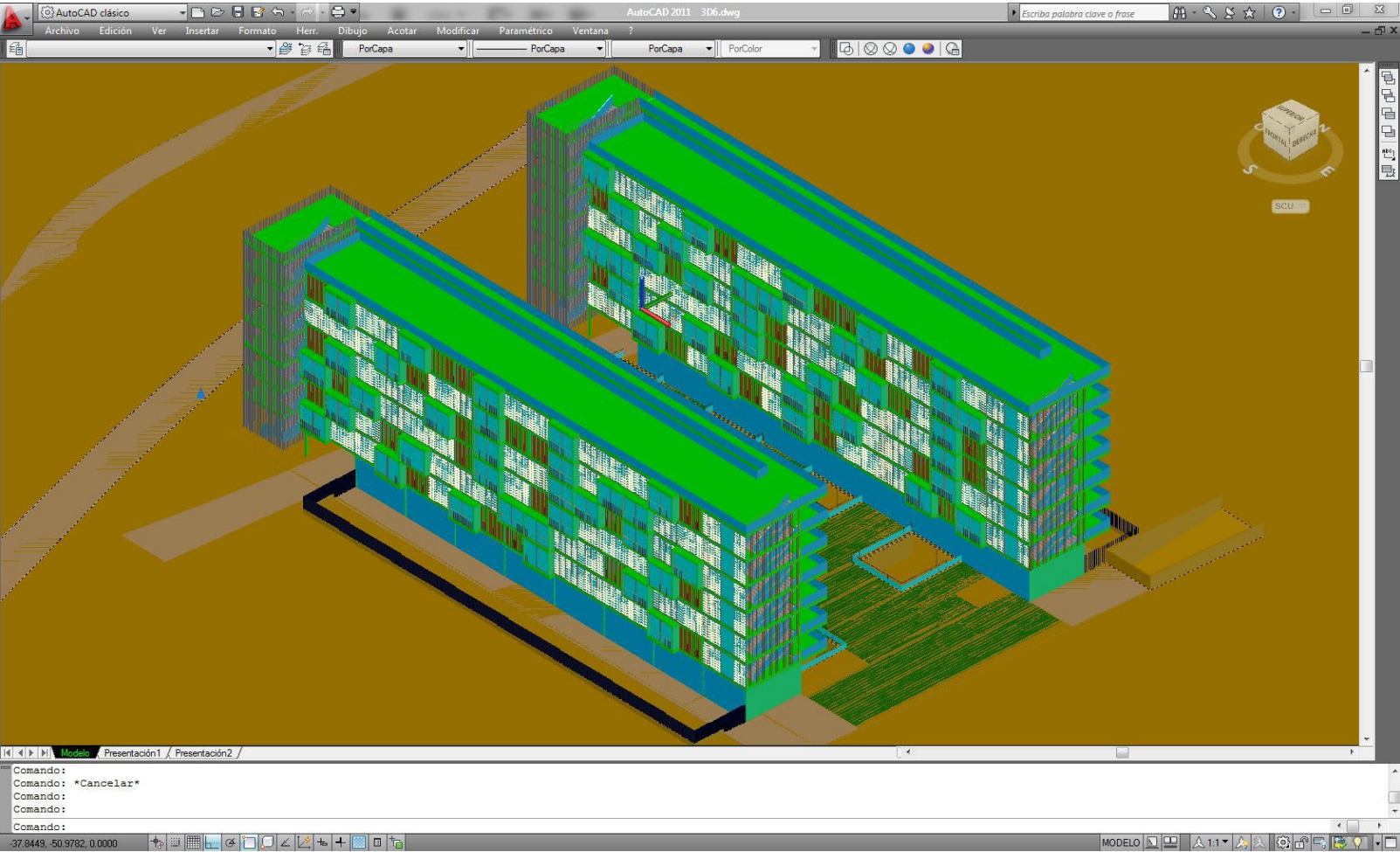


4.2. Modelado 3D a partir de dibujo 2D

Una vez terminado el dibujo 2D que servirá como base para empezar el modelado, recurrimos a los comandos ya estudiados para ir construyendo el proyecto en tres dimensiones. Es importante en esta etapa la organización por capas para el posterior entendimiento con otros programas de renderizado tal y como ya se ha explicado.

En el ejemplo analizado se aprecia como se utiliza el programa Autocad y sus comandos para la confección de un modelo 3D complejo, permitiendo así una mayor calidad de los materiales y acabados.

Figura 27. Captura de pantalla proceso de creación de infografía 3D. Modelado 3D. Autocad. (Elaboración propia)

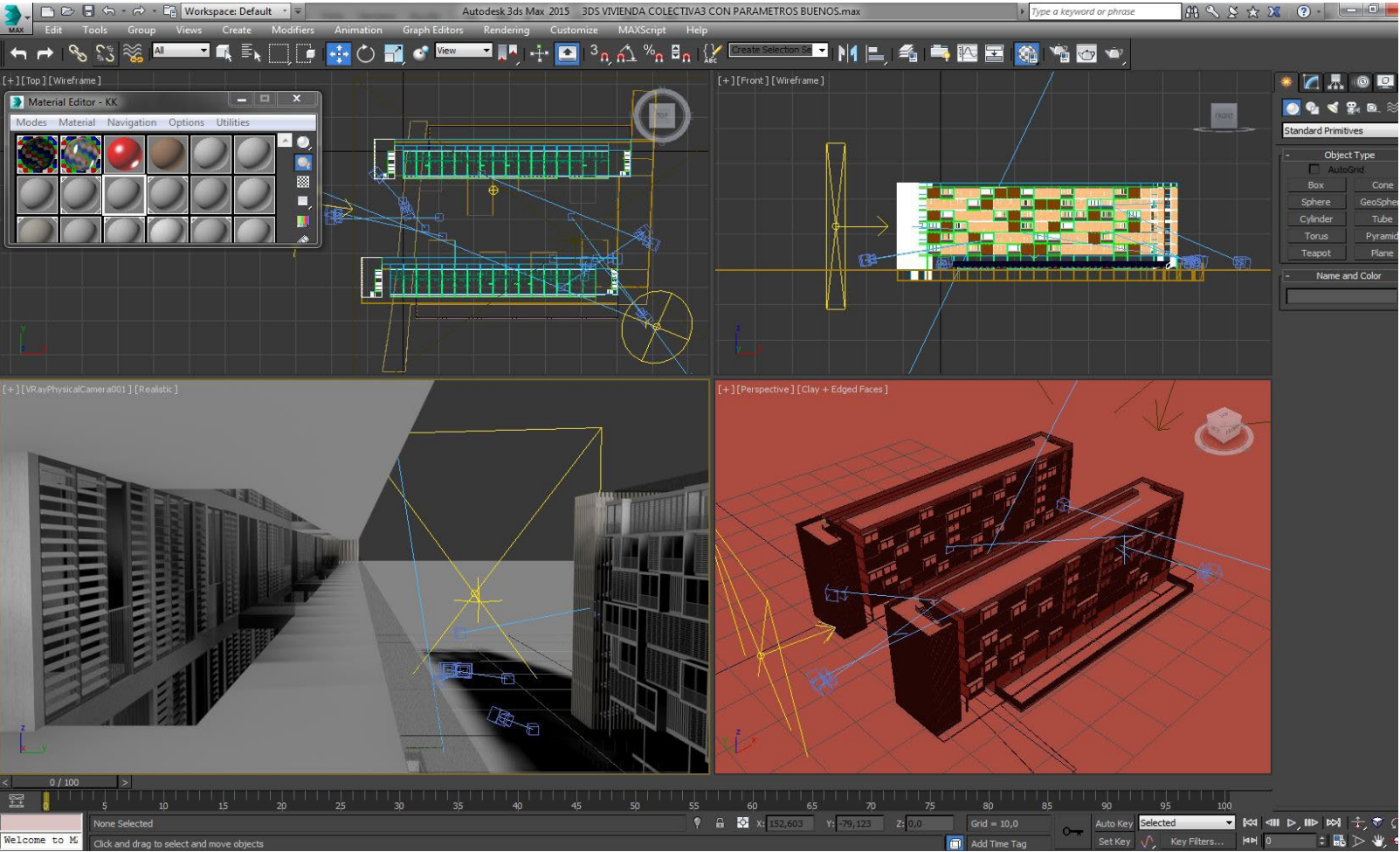


4.3. Aplicación de materiales, texturas y luces

Una vez terminado el modelado 3D del proyecto, debemos importar dicho modelo a un programa de renderización de mayor calidad. Es el turno ahora de las texturas, los materiales, las luces, las cámaras y el entorno del proyecto. Esta tarea requiere mucho tiempo y pruebas para ir acercándose progresivamente a la realidad.

En el ejemplo analizado se aprecia como se utiliza el programa 3ds Max con el plug-in V-ray.

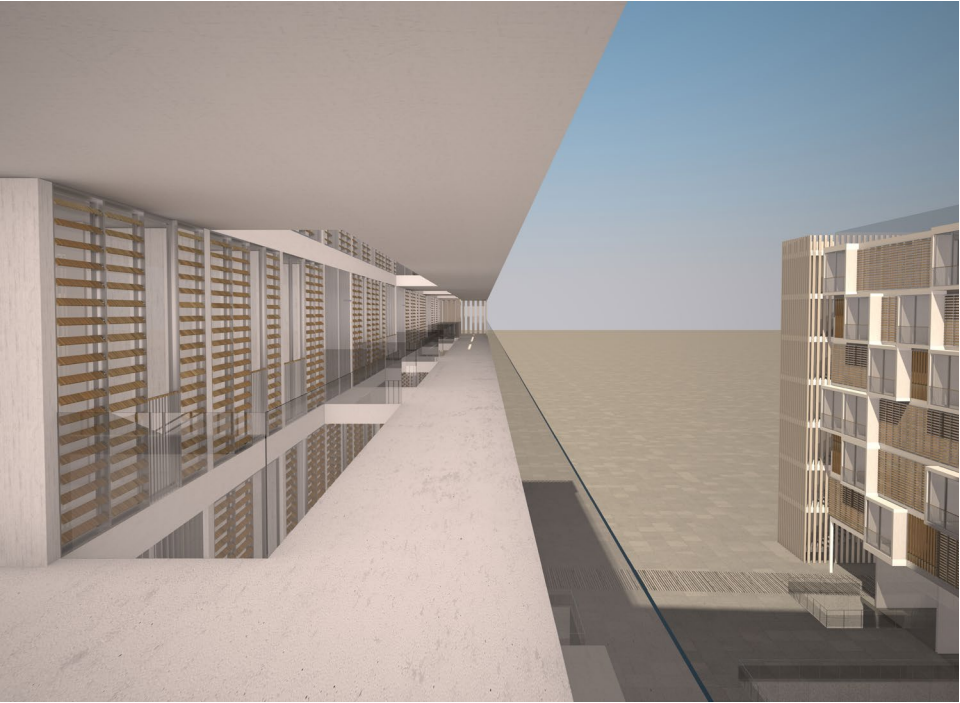
Figura28. Captura de pantalla proceso de creación de infografía 3D. Aplicación de materiales y texturas. 3ds Max. (Elaboración propia)



4.4. Renderizado

Posteriormente al proceso de texturización e iluminación, debemos renderizar el modelo con el motor de render elegido. Según la calidad de los materiales y de la iluminación, los tiempos de renders variarán de magnitud, siendo muy importante optimizar todos los parámetros del programa para aprovechar al máximo sus prestaciones sin ser un impedimento para el procesador del propio ordenador.

Es necesario que los programas se entiendan entre sí, es decir, las capas deben corresponder a los materiales que se apliquen en la escena. Si hay que hacer alguna modificación, es más que probable que haya que regresar al punto anterior (modelado) para modificar alguna capa.



En el ejemplo analizado, tras la renderización se obtiene una imagen un tanto plana e irreal, donde se aprovecharán las escenas cercanas y los sólidos modelados en autocad para posteriormente añadir el resto de detalles en un programa de postproducción.

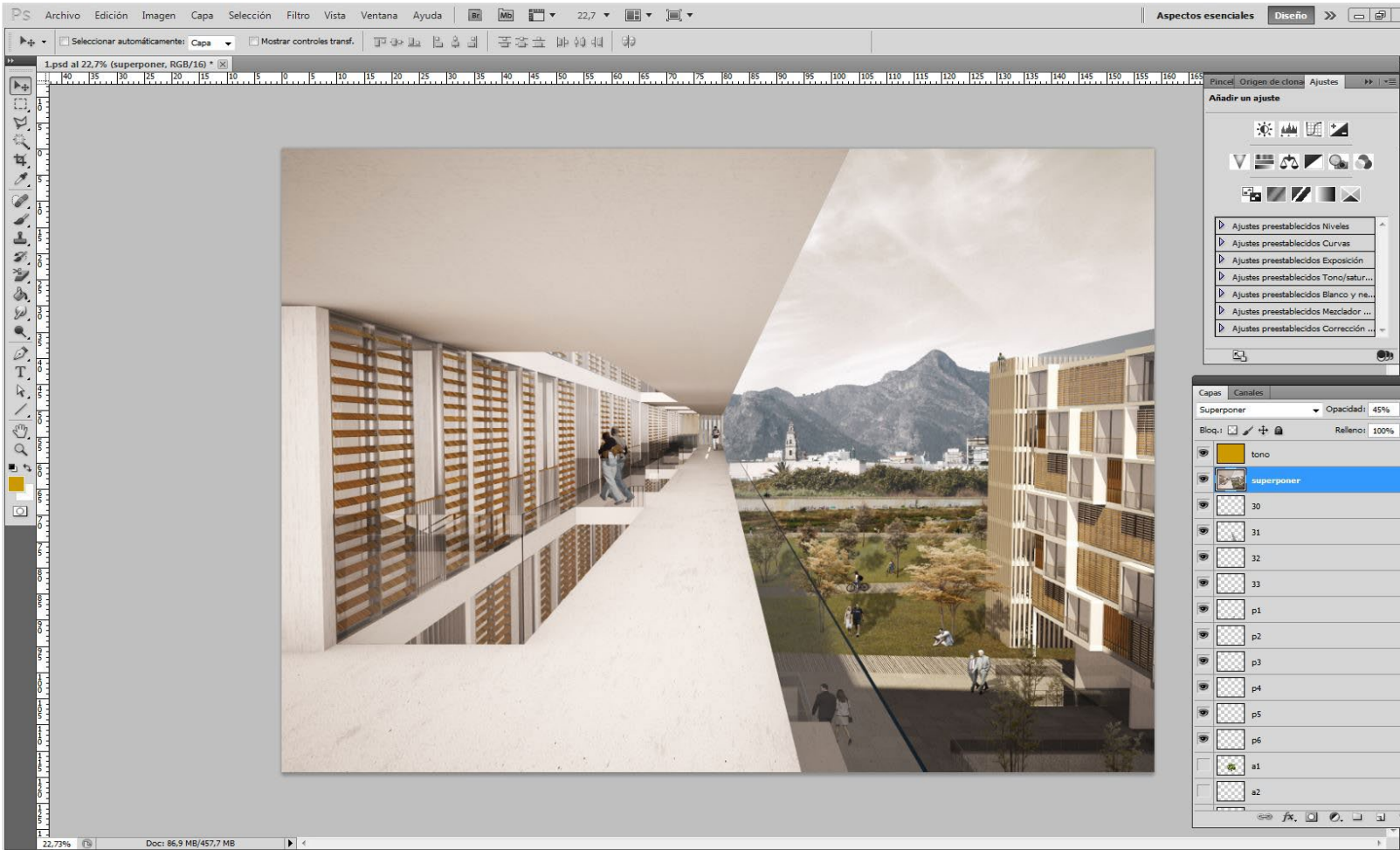
Figura 29. Captura de pantalla proceso de creación de infografía 3D. Resultado tras renderizar. 3ds Max. (Elaboración propia)

4.5. Postproducción

Finalmente, se procede a realizar las adiciones y los retoques necesarios al render, incluyendo tanto parte del entorno como las personas, vegetación, cielo, etc.

Figura 30. Captura de pantalla proceso de creación de infografía 3D. Postproducción. Photoshop. (Elaboración propia)

En el ejemplo analizado, se utiliza Photoshop, de Adobe para la realización de esta tarea.



4.6. Resultado final

Figura 31. Resultado final infografía 3D. (Elaboración propia)





Figura 32. Ganador concurso arquitectura propuesto por la universidad técnica de Dinamarca. Christensen & Co. (http://www.archdaily.com/231026/research-and-educational-building-for-technical-university-denmark-christensen-co-architects/cco_eksteri_r_01/)

5.1. Importancia e influencia de los sistemas de renderización y representación gráfica en la actualidad en el ámbito arquitectónico

Alrededor de los años 90, aparecen los primeros sistemas informáticos que son capaces de reproducir proyectos por métodos digitales. Este hecho, junto a la fotografía, desembocará en una revolución que consiste en la generación de perspectivas por los ordenadores. Es obvio que dicha técnica, comparado con las anteriores, supone un innumerable cantidad de mejoras que permitirán la representación de los espacios ajustando y depurando cualquier elemento que no deseemos representar.

Tal y como afirma Yvan Conna Benedeti (2012), nadie podría decir que los métodos y herramientas tradicionales para proyectar la arquitectura que se conocen hasta el momento hayan quedado obsoletos, eso sería una enorme falacia, pero al mismo tiempo sería absurdo oponerse a la idea de que las tecnologías digitales nos han modificado en gran medida las posibilidades de proyectar la arquitectura a aquellos que las han incorporado, en mayor o menor medida, en su producción.

Los ordenadores deben entenderse como un instrumento de representación y también de diseño. No obstante, debemos tener siempre en cuenta que el arquitecto y diseñador sigue siendo quien controla las herramientas digitales y no quien queda limitado a las bondades del software.

Ari van Zeeland Labra cita que: "la era digital" no viene a presentar una nueva forma de hacer arquitectura, más bien, genera una mayor libertad formal en las condiciones de diseño. Especialmente en la relación entre materiales, medios de fabricación y elementos construidos. La capacidad de proyectar o de diseñar sigue dependiendo de la voluntad y creatividad del arquitecto para responder a un encargo.

Esta posición respecto de la era digital en su influencia con la arquitectura es, según muchos autores, consecuencia de la destrucción de parte de la misma. Como el crítico de arquitectura británico Olly Wainwright comenta, está impresionado por el talento técnico e imaginativo de los proyectos de la actualidad, al mismo tiempo que queda perplejo por la falta de conexión de estos proyectos con la arquitectura real, construida e imperfecta. "Los proyectos parecen huir del mundo real, de sus habitantes y lugares, al igual que de la escala y el contexto, pareciendo imágenes de fantasía de formas con ningún propósito aparente". Es por ello que varios autores destacan la necesidad de control de dicha obsesión por las imágenes de arquitectura, completamente desligadas a la realidad.

De la misma forma, Peter Zumthor defiende en su artículo "Partituren und Bilder" (1994) que la arquitectura construida tiene su sitio en el mundo concreto. Es allí donde habla por sí misma. De esta manera, las representaciones de arquitectura son siempre "insuficientes", ya que son incapaces de reconstruir la esencia material y presente del objeto arquitectónico.

De la misma forma, podemos constatar que las tecnologías digitales transforman los resultados de la arquitectura. No cabe duda de que la utilización de sistemas paramétricos permiten ayudar y construir formas complejas que con sistemas tradicionales no serían posible. Al mismo tiempo, se ha demostrado que si bien las herramientas tecnológicas pueden ser utilizadas para la optimización de los procesos proyectuales, sin la necesidad de transformar la morfología, podemos advertir también que la mayoría de las nuevas búsquedas formales de los arquitectos de vanguardia, tienen una íntima relación con las posibilidades que brindan estas tecnologías.

Lo que es incuestionable en la actualidad es la gran capacidad de dichas imágenes para despertar curiosidad y entusiasmo al observador. El render 3D en la arquitectura se ha convertido en un material cada vez más requerido en la documentación a aportar en los concursos de arquitectura y en todas sus variantes. Es difícil no quedar impresionado ante la belleza de ciertas imágenes realizadas para concursos internacionales. Susana Iñarra, en su tesis doctoral recalca que las emociones que despiertan dichas imágenes en el observador, permiten ubicarlas en la categoría de "obras de arte", sean fieles o no a la futura construcción que representan y sean expertos, o no, los observadores de las mismas.



Figura 33. Ganador del concurso de arquitectura Kimball Art Center. Big-Bjarke. (<http://www.art-agenda.com/shows/kimball-art-center-announces-big-bjarke-ingels-group-as-the-winner-of-architectural-design-competition/>)



Figura 34. Sistema de realidad virtual patentado por Samsung actualmente de mayor éxito en el mercado. Oculus Rift. (<http://www.wareable.com/media/images/2016/07/gear-vr-press-1467761886-krBb-column-width-inline.jpg>)



Figura35. Usuario mostrando gesto de sorpresa mientras visualiza una escena con gafas de realidad virtual. (https://cdn.virtualrealityreporter.com/wp-content/uploads/2016/08/oculus_vr_virtual_reality_oculus_rift_game_gamer_amazed.jpg)

6.Justificación elección render 360°

Una vez analizada la trayectoria histórica de la informática gráfica, los programas que se pueden utilizar para la obtención de las infografías y la influencia de las mismas en el ámbito arquitectónico, podemos afirmar que, en la actualidad, la utilización de la representación arquitectónica mediante renders es completamente rentable, eficaz y efectiva.

En este trabajo en concreto, se tratarán dos tipos de sistemas distintos:

- Los renders 180° visualizados en soporte papel.
- Los renders 360° visualizados en gafas de realidad virtual.

Afirmando que, actualmente, los renders 180° se utilizan de manera constante en el ámbito arquitectónico, nos basamos en los siguientes supuestos que se consideran como incentivo para la elección del render 360° y su posterior comparación:

- El render 360° permite englobar la totalidad del espacio en una sola imagen, frente a la imposibilidad del render 180° para mostrar toda la escena.
- El render 360° posee tiempos de renderización muy similares a los 180°.
- Los sistemas de representación para los renders 360° poseen un abanico mucho más amplio de posibilidades.
- La utilización de las últimas tecnologías, como es el caso de los renders 360° con las gafas de realidad virtual, es siempre un punto atractivo para el futuro usuario.

Partiendo de estas motivaciones, este trabajo tratará de demostrar la eficiencia de los los novedosos sistemas de renderización 360° frente a los sistemas de renderización de imagen estática 180°. Es previsible que, dichos renders 360° serán utilizados en multitud de sectores y/o proyectos, puesto que ya están suponiendo un avance muy importante en cuanto a asequibilidad, calidad, adaptación al usuario y funcionalidad en el ámbito de la arquitectura.

7.1. Valoraciones de estudio de los casos prácticos

Dichos casos se estudiarán y se valorarán cuantitativa y cualitativamente a través de encuestas donde se recopilarán los datos proporcionados por los perfiles de estudio, seleccionado para un público y una muestra objetiva.

Por tanto, debemos clasificar estos aspectos o valoraciones en:

7.1.1 Valoraciones cuantitativas

Corresponderán a los valores que se pueden medir dentro de una escala indicada en el propio documento de la encuesta. Dichos valores, diseñados para ser marcados con una “X” según la elección del perfil a estudiar, se ordenan de la siguiente manera:

Mucho mejor en la imagen estática	Algo mejor en la imagen estática	Igual en ambas imágenes	Algo mejor en la imagen 360°	Mucho mejor en la imagen 360°
-----------------------------------	----------------------------------	-------------------------	------------------------------	-------------------------------

Los aspectos a valorar cuantitativamente se basaron tanto en referencias bibliográficas como en aspectos de estudio que se consideraron ad hoc para este estudio. Las recogidas fueron las siguientes:

1. Utilidad general de la representación: El usuario debe valorar cual de los dos sistemas encuentra más adecuado respecto a la utilidad en multitud de campos, tanto internos como externos a la arquitectura. Para estudiarla en profundidad, paralelamente se recurrirá a los tres aspectos que según ciertos autores (Radford et al. 1997; Pietsch 2000) involucra principalmente:
- 1a. Sensación de realismo: Valoración referida puramente al realismo arquitectónico, la percepción del espacio como un espacio real (no-ficticio).

1b. Sensación de abstracción: El usuario valorará con cuál de los dos sistemas es capaz de abstraerse en mayor medida respecto al entorno inmediato, a lo tangible y sentir que se encuentra en el espacio estudiado.

1c. Sensación de precisión: Valoración que estudia la exactitud que permite al observador adquirir conocimiento similar al de la observación ilimitada del diseño.

2. Fidelidad de la iluminación: El usuario valorará subjetivamente la adaptación de la iluminación en ambos sistemas respecto a un estándar (personal) que el propio usuario entiende como buena iluminación en la realidad.

3. Fidelidad del color: El usuario valorará subjetivamente la adaptación del color en ambos sistemas respecto a un estándar (personal) que el propio usuario entiende como color realista o “conseguido”.

4. Fidelidad de los materiales: El usuario valorará subjetivamente la adaptación de los materiales en ambos sistemas respecto a un estándar (personal) que el propio usuario entiende como buena representación de los materiales.

5. Fidelidad de la vegetación: El usuario valorará subjetivamente la adaptación de la vegetación en ambos sistemas respecto a un estándar (personal) que el propio usuario entiende como buena representación de la vegetación.

6. Entendimiento del espacio en general: En dicho aspecto se valora la capacidad del sistema para guiar al usuario hacia el entendimiento del espacio, sirviéndose únicamente de la visualización del mismo y no de información externa.

7. Entendimiento de la escala/dimensiones del espacio: Se valora la capacidad del sistema para representar tanto la escala como las dimensiones de forma correcta y entendible para el usuario.

8. Capacidad para generar estados emocionales en general: El usuario valorará la capacidad del sistema para inducir emociones (de cualquier tipo) percibidas únicamente a través de la visualización de los espacios de estudio. Para estudiarla en profundidad, paralelamente se recurrirá a los dos ejes fundamentales que según Mehrabian and Russell (1977) definen la emoción:

- 8a. Capacidad para generar sensación de placer: El usuario valorará la capacidad del sistema para inducir sensación de placer percibido únicamente a través de la visualización de los espacios de estudio.
- 8b. Capacidad para generar sensación de tranquilidad: El usuario valorará la capacidad del sistema para inducir sensación de tranquilidad percibida únicamente a través de la visualización de los espacios de estudio.

9. Atractivo de la presentación: Se valorará la capacidad el sistema para despertar el interés y la atención en la presentación.

10. Adecuación general del sistema para la representación arquitectónica: Se pide al usuario que valore subjetivamente cual de los dos sistemas es más conveniente para su utilización concreta en el ámbito arquitectónico.

7.1.2 Valoraciones cualitativas.

Para completar el espectro de la información obtenida, se completó la encuesta con aspectos a recopilar de forma cualitativa. Para ello, se recogió la respuesta a ciertos aspectos -algunos de ellos ya recogidos cuantitativamente- mediante una pregunta de carácter abierto y en formato texto.

Las valoraciones cualitativas que se recogidas fueron las siguientes:

- 1. Utilidad general de la representación
- 2. Entendimiento del espacio en general
- 3. Fidelidad en cuanto a la iluminación
- 4. Fidelidad en cuanto al color
- 5. Fidelidad en cuanto a los materiales
- 6. Fidelidad en cuanto a la vegetación
- 7. Generación de estados emocionales
- 8. ¿Qué sistema le ha parecido más atractivo y porqué?
- 9. ¿Cuál de los dos sistemas le parece más adecuado y porqué?
- 10. ¿Algún otro comentario sobre la experiencia?

7.2. Proceso de creación de los casos prácticos

Para cada caso, se renderizarán 3 imágenes: la imagen 360º (elegida desde el punto de vista idóneo para la respresentación espacial) y dos imágenes que se aproximan a la visual humana desde puntos de vista elegidos para intentar aproximar la misma cantidad de datos que en los renders 360º.

Puesto que el estudio debía ser lo más riguroso posible, se diseñan 2 espacios exteriores y dos espacios interiores, para limitar el efecto que el escenario en cuestión pudiese tener en la valoración subjetiva. Además, la tipología de todos los espacios varía sustancialmente.

A continuación, se muestran datos técnicos relativos al proceso de creación y el resultado final de cada uno de los casos prácticos, facilitando los datos que han sido necesarios para su creación y las características finales de cada uno.

7.2.1 Proceso caso 01

En el caso 01, podemos apreciar la realización de un render de vivienda unifamiliar, en un espacio interior abierto de cocina-salón-comedor.

Imagen 360°

Peso: 9.393 kb

Tamaño: 6500x2600 px

Tiempo de renderización: 4h 49 min

Imagen 180° 01

Peso: 10.494 kb

Tamaño: 3500x2333 px

Tiempo de renderización: 6h 12 min

Imagen 180° 02

Peso: 10.520 kb

Tamaño: 3500x2333 px

Tiempo de renderización: 6h 02 min

A continuación, se representa una captura de pantalla del proceso de realización del caso práctico y sus resultados finales, tanto las imágenes estáticas 180° como el render 360°.

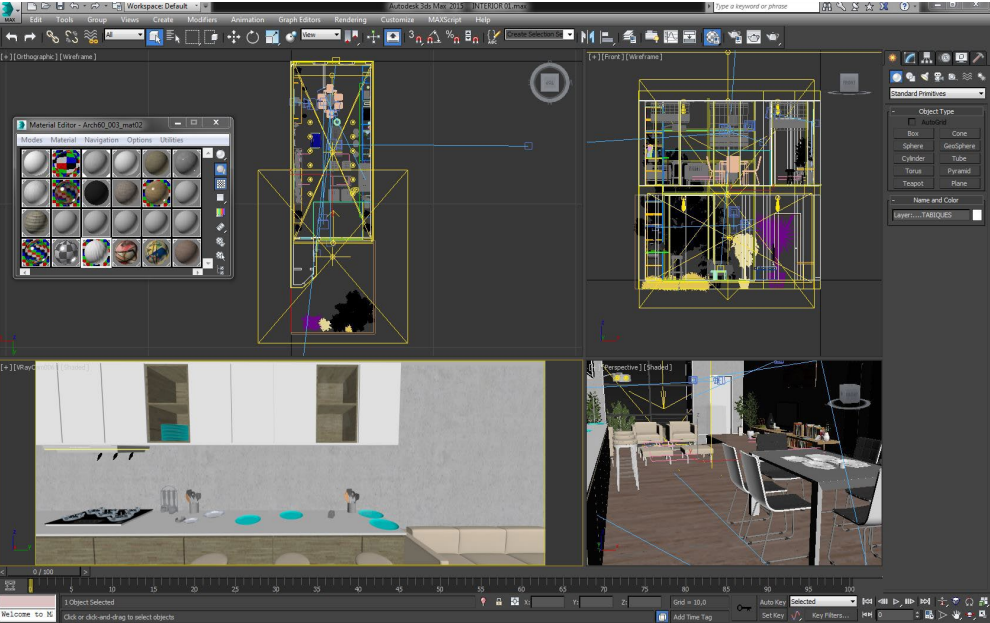


Figura XX: Captura de pantalla del proceso de creación del caso 01. 3ds max 2015 + V-Ray.



[Figura 36: Resultado final Caso 01 180°_01. / Figura 37: Resultado final Caso 01 180°_02. / Figura 38: Resultado final Caso 01 360°.]

(Elaboración propia)

7.2.1 Proceso caso 02

En el caso 02, podemos apreciar la realización de un render de una zona de oficinas, en un espacio interior abierto con zonas de trabajo, salas de juntas y reuniones y espacios de recreo.

Imagen 360°

Peso: 4.375 kb

Tamaño: 4000x1800 px

Tiempo de renderización: 9h 37 min

Imagen 180° 01

Peso: 9.059kb

Tamaño: 3500x2333 px

Tiempo de renderización: 18h 23 min

Imagen 180° 02

Peso: 8.533 kb

Tamaño: 3500x2333 px

Tiempo de renderización: 20h 00 min

A continuación, se representa una captura de pantalla del proceso de realización del caso práctico y sus resultados finales, tanto las imágenes estáticas 180° como el render 360°.

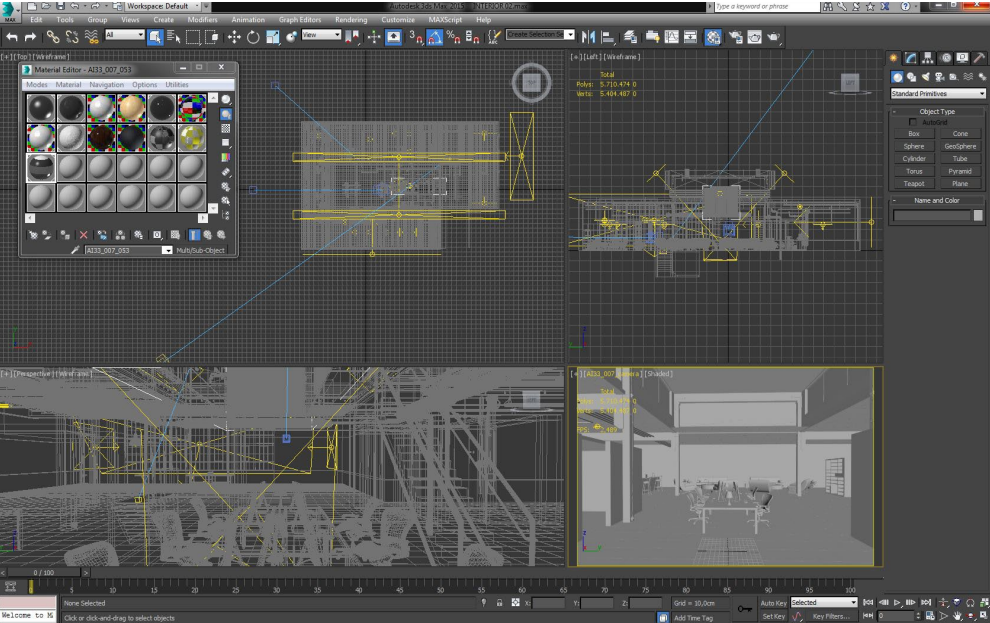
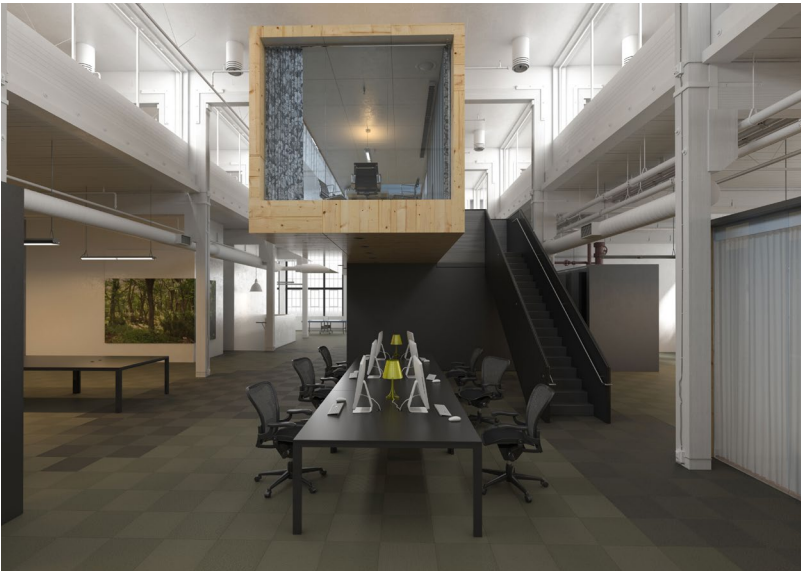


Figura XX: Captura de pantalla del proceso de creación del caso 01. 3ds max 2015 + VRay.



[Figura 39: Resultado final Caso 02 180°_01. / Figura 40: Resultado final Caso 02 180°_02. / Figura 41: Resultado final Caso 02 360°.]

(Elaboración propia)

7.2.1 Proceso caso 03

En el caso 03, podemos apreciar la realización de un render de una vivien-
da unifamiliar de lujo, en un espacio exterior donde encontramos un jardín
colindante con la casa, piscina, zonas de barbacoa, y estancias diáfanas
de la vivienda como salón, comedor, recibidor, etc

Imagen 360°
Peso: 7.524 kb
Tamaño: 5000x2222 px
Tiempo de renderización: 5h 02 min
Imagen 180° 01
Peso: 11.840 kb
Tamaño: 3500x2333 px
Tiempo de renderización: 5h 32 min
Imagen 180° 02
Peso: 10.310 kb
Tamaño: 3500x2333 px
Tiempo de renderización: 6h 03 min

A continuación, se representa una captura de pantalla del proceso de real-
ización del caso práctico y sus resultados finales, tanto las imágenes estáticas
180° como el render 360°.

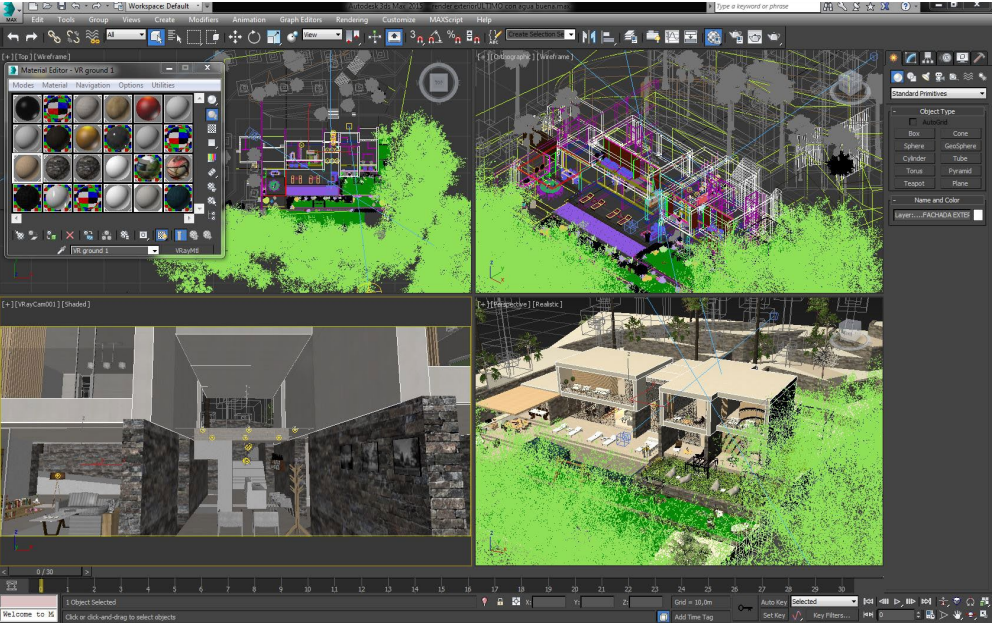


Figura XX: Captura de pantalla del proceso de creación del caso 01. 3ds max 2015 + VRay.



[Figura 42: Resultado final Caso 03 180°_01. / Figura 43: Resultado final Caso 03 180°_02. / Figura 44: Resultado final Caso 03 360°.]

(Elaboración propia)

7.2.1 Proceso caso 04

En el caso 04, podemos apreciar la realización de un render de una vivien-
da unifamiliar de lujo, en un espacio exterior abierto que rodea una pisci-
na, donde se aprecian zonas de recreo, zona de preparación de alimen-
tos y comedor y la vivienda propiamente dicha.

Imagen 360°
Peso: 6.444 kb
Tamaño: 6000x2400 px
Tiempo de renderización: 4h 34 min
Imagen 180° 01
Peso: 14.099 kb
Tamaño: 3500x2333 px
Tiempo de renderización: 6h 12 min
Imagen 180° 02
Peso: 14.048 kb
Tamaño: 3500x2333 px
Tiempo de renderización: 6h 57 min

A continuación, se representa una captura de pantalla del proceso de real-
ización del caso práctico y sus resultados finales, tanto las imágenes estáticas
180° como el render 360°.

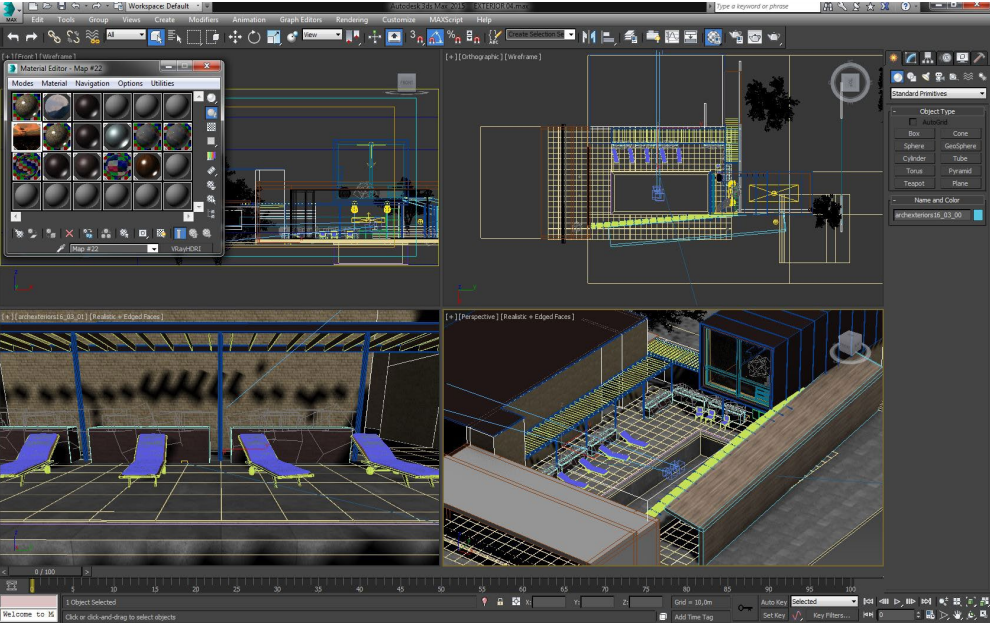
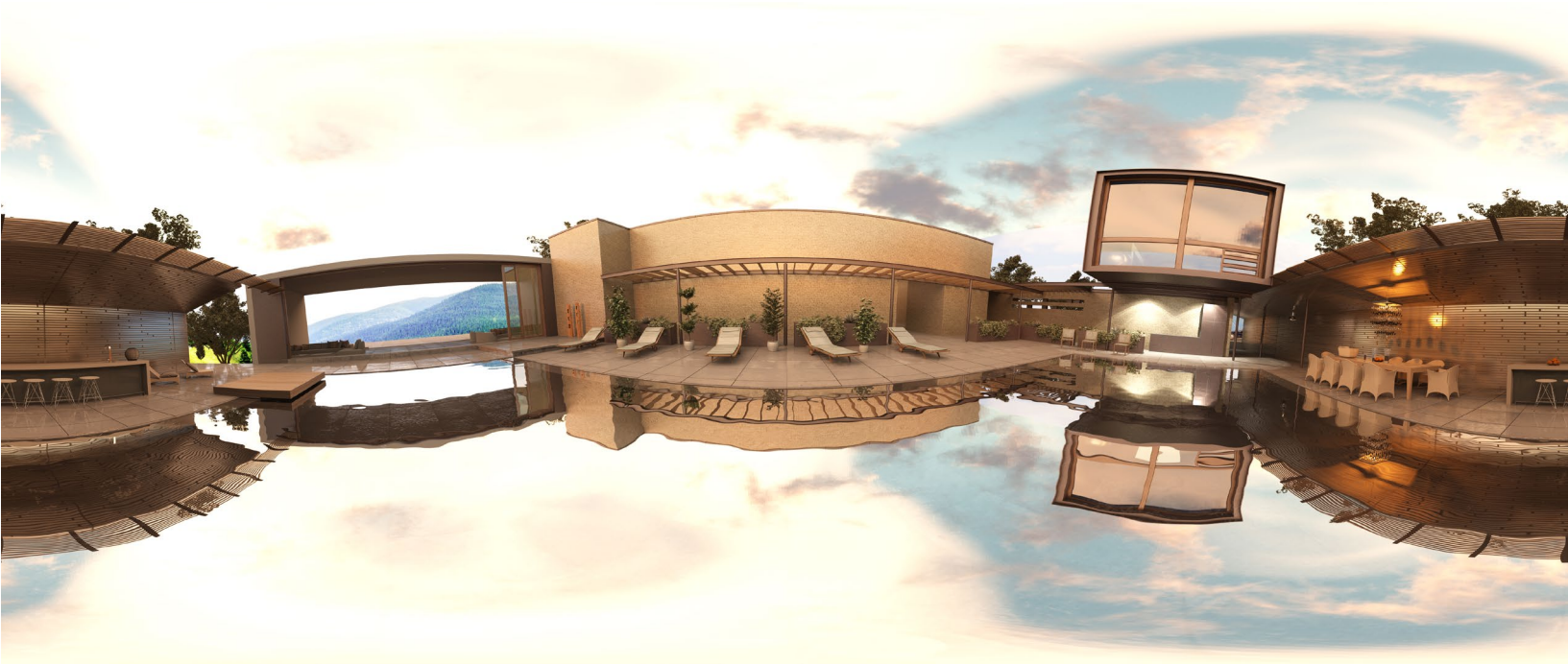
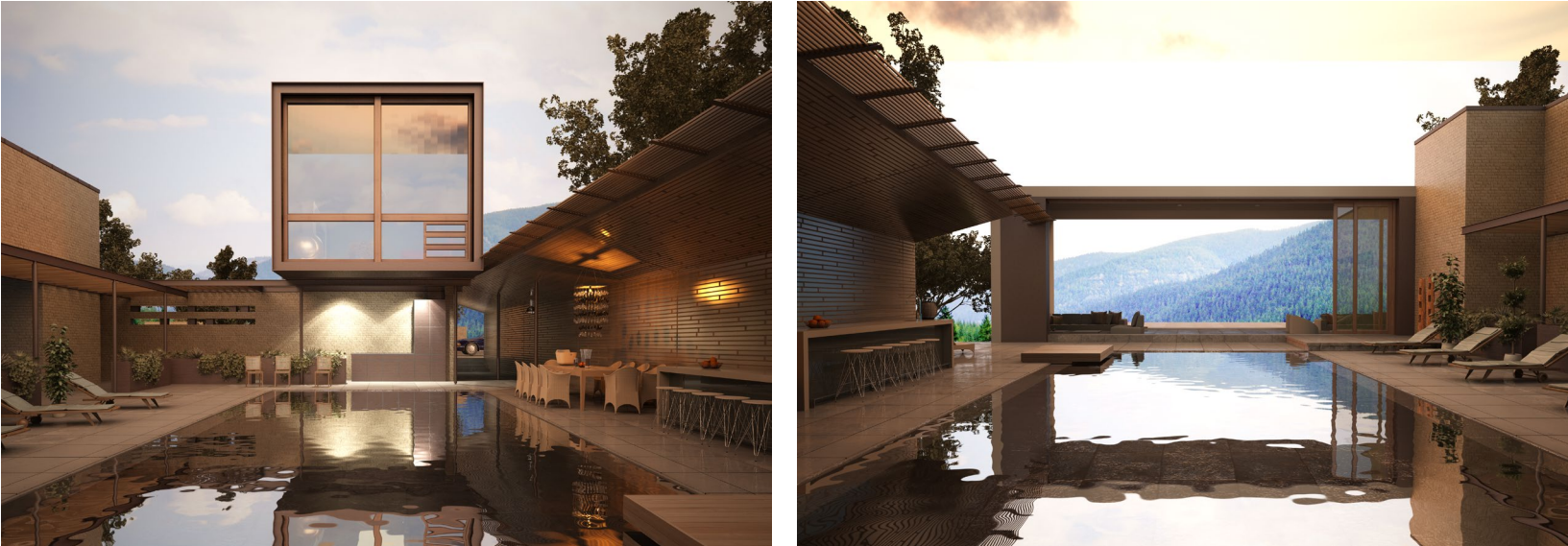


Figura XX: Captura de pantalla del proceso de creación del caso 01. 3ds max 2015 + V-Ray.



[Figura 45: Resultado final Caso 04 180°_01. / Figura 46: Resultado final Caso 04 180°_02. / Figura 47: Resultado final Caso 04 360°.]

(Elaboración propia)

Resultados Nacionales		
Población residente por fecha, sexo, grupo de edad y nacionalidad		
Unidades: Personas		
	1 de enero de 2016	
Total		
20 a 24 años		
Ambos sexos		2.280.074
Hombres		1.163.313
Mujeres		1.116.761
25 a 29 años		
Ambos sexos		2.562.881
Hombres		1.283.576
Mujeres		1.279.305
30 a 34 años		
Ambos sexos		3.098.744
Hombres		1.550.391
Mujeres		1.548.353
35 a 39 años		
Ambos sexos		3.847.932
Hombres		1.950.493
Mujeres		1.897.439
40 a 44 años		
Ambos sexos		3.924.265
Hombres		1.998.242
Mujeres		1.926.023
45 a 49 años		
Ambos sexos		3.712.227
Hombres		1.874.273
Mujeres		1.837.954
50 a 54 años		
Ambos sexos		3.460.752
Hombres		1.724.963
Mujeres		1.735.789
55 a 59 años		
Ambos sexos		3.073.635
Hombres		1.514.160
Mujeres		1.559.475
60 a 64 años		
Ambos sexos		2.568.517
Hombres		1.248.764
Mujeres		1.319.753
65 a 69 años		
Ambos sexos		2.348.384
Hombres		1.117.171
Mujeres		1.231.213

Notas:
Los datos son provisionales desde Julio de 2015

Figura 48: Tabla extraída del instituto nacional de estadística que hace referencia a la fracción de la población considerada como público objetivo para el trabajo de campo. (http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=1894&capsel=1895)

8.1. Definición del público objetivo

Inicialmente, se pensó en centrar el estudio alrededor de un público potencialmente comprador de viviendas, basándonos en diversos estudios. De referencia son el de Tecnocasa y el de Planner y ST. El estudio de Tecnocasa “que traza el perfil de un comprador que mayoritariamente tiene entre 25 y 44 años (65,8%), frente al 31,5% que tiene entre 45 y más. Los clientes de menos de 25 años son prácticamente testimoniales, al representar únicamente el 2,7% de la demanda.” Mientras que “el estudio de Planner y ST afirma que en el rango de edad de los visitantes que acuden a comprar casa al Sima, en la edición del 2009, el 65,7% tenía entre 25 y 35 años, este porcentaje se ha reducido hasta el 41,4% en la de este año. Sin embargo, el de quienes tienen entre 36 y 60 años ha pasado de representar el 30,8% en 2009, al 49,6% en la última edición.”

A pesar de conocer y analizar estas y otras informaciones, finalmente se optó por trabajar sobre un público de mayor amplitud, ya que se pensó que para la evaluación de los sistemas era necesario tener en cuenta no solo al comprador potencial sino a todo su entorno de influencia. Así, se estudió un colectivo de población entre 20 y 70 años, divididos en cuatro grupos de edad. De la misma forma, se captarán perfiles equilibrados al 50% respecto al sexo. En cuanto a la vinculación o no con la arquitectura, obtendremos el dato pero no se tendrá en cuenta para la selección del público objetivo. Se obtiene así una lectura amplia de la realidad social involucrada en el objetivo de estudio.

8.2. Definición y cuantificación del universo

Consultando datos del INE a fecha de 1 de enero de 2016, la distribución de la población en España en el ámbito de nuestro público objetivo es la represebtada en la figura 48 (pág. 58).

Por tanto, agrupando por edad y sexo estudiaremos un total de 4 grupos distintos para cada sexo. De esta forma, nuestro público objetivo representa un total de 30.877.412 habitantes, lo que supondría un porcentaje de 66,4% respecto de la población total, dando como resultado los siguientes grupos mostrados en la figura 49 (pág. 59).

8.3. Definición y cuantificación de la muestra

En cuanto a la definición y cuantificación de la muestra, se decide llevar a cabo un total de 56 encuestas. Dichas encuestas fueron distribuidas por cuotas que cumplieron la estructura del público objetivo descrito y cuantificado anteriormente.

Así pues, para el trabajo de campo, en el que se mostrarán los distintos casos de estudio y sistemas, se respetará la siguiente distribución de la muestra, tal y como señala el gráfico de la figura 50 (pág. 59).

Resultados Nacionales		
Población residente por fecha, sexo, grupo de edad y nacionalidad		
Unidades: Personas		
	1 de enero de 2016	
Total		
20 a 29 años		
Ambos sexos		4,842,956
Hombres		2,446,889
Mujeres		2,396,067
30 a 39 años		
Ambos sexos		6,946,676
Hombres		3,500,884
Mujeres		3,445,792
40 a 49 años		
Ambos sexos		7,636,492
Hombres		3,872,515
Mujeres		3,763,977
50 a 69 años		
Ambos sexos		11,451,288
Hombres		5,605,058
Mujeres		5,846,230

Figura 49: Tabla modificada a partir de la anteriormente extraida en el INE, mostrando la fracción de población (organizada por grupos) de estudio del universo que consideramos estudiada. (http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=1894&capsel=1895)

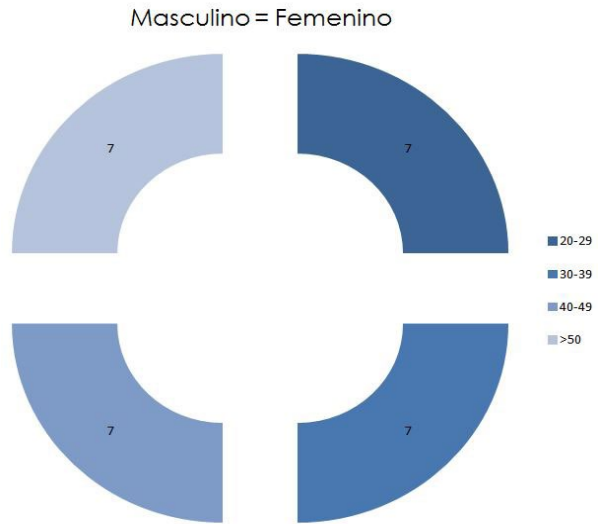


Figura 50. Gráfico de la muestra que señala homogénea distribución de la misma en ambos sexos y edades. (Elaboración propia)



Figura 51. Usuario encuestado nº 51 durante la realización de la encuesta. (Elaboración propia)

9.1. Localización y situación

A la hora de localizar los individuos, se ha insistido en que cumplan los datos de público objetivo y en concreto la muestra definida, buscando la cumplimentación de los diferentes estratos según se ha cuantificado la muestra teórica.

Así mismo, para cumplir con la normativa de las encuestas y proporcionar cierta tranquilidad al encuestado, se informaba de que los datos recogidos nunca serían utilizados de forma individual, únicamente lo serían de forma agregada con objetivo estadístico y de estudio.

Las entrevistas han sido realizadas mayoritariamente en la zona de Gandía y alrededores, donde resido. No obstante, existen multitud de espacios distintos donde se ha llevado a cabo el trabajo de campo. Normalmente, las entrevistas se han realizado en el lugar de trabajo o residencia de los encuestados. Por ello, ha sido necesario el traslado del material de la encuesta (paneles de imágenes 180°, gafas de realidad virtual+móvil y los cuestionarios) a los lugares donde se encontraban los entrevistados, tales como residencias familiares, oficinas, despachos, etc.

Fecha de inicio trabajos de campo: 25 de Agosto de 2016
Fecha de finalización trabajos de campo: 2 de Septiembre de 2016

Puesto que posteriormente al estudio de la muestra se optó por una captación homogénea de los perfiles de estudio, la distribución de los encuestados sería la siguiente:

- 7 perfiles de entre 20-29 años de sexo Masculino
- 7 perfiles de entre 20-29 años de sexo Femenino
- 7 perfiles de entre 30-39 años de sexo Masculino
- 7 perfiles de entre 30-39 años de sexo Femenino
- 7 perfiles de entre 40-49 años de sexo Masculino
- 7 perfiles de entre 40-49 años de sexo Femenino
- 7 perfiles de 50 años o más de sexo Masculino
- 7 perfiles de 50 años o más de sexo Femenino

Lo que supondría un total de 56 encuestas realizadas.

9.2. Realización

Para la realización de las encuestas se han tenido en cuenta una serie de rotaciones para conseguir un resultado no influenciado por el orden de visualización de los casos prácticos. Para ello se han diseñado series de visualizaciones con todos los órdenes posibles, siendo las visualizaciones iniciales las siguientes:

- Visualización inicial render INTERIOR mediante visualización inicial render 180°
- Visualización inicial render INTERIOR mediante visualización inicial render 360°
- Visualización inicial render EXTERIOR mediante visualización inicial render 180°
- Visualización inicial render EXTERIOR mediante visualización inicial render 180°

Posteriormente a estas se seguía la misma secuencia de rotación en todas las entrevistas. Con ello, se garantizan unos resultados independientes del orden de visualización por parte del usuario, ya sea por una visualización inicial o posterior de uno de los dos sistemas (180°-360°) o por una visualización inicial o posterior de uno de los dos espacios (INTERIOR-EXTERIOR).

Las entrevistas han sido realizadas en todo momento sin ningún tipo de influencia externa o de otros entrevistados, siendo completamente personales e individuales, procurando siempre su realización en un espacio cerrado donde la única interacción posible sea la del encuestador-encuestado. Además, los encuestados eran informados de que podían abandonar la encuesta en cualquier momento, si así lo consideraban. En todo momento el alumno ha estado presente en la realización de las mismas, ya sea para exponer la explicación inicial sobre el tema del trabajo de campo y la investigación, así como para resolver algunas posibles dudas que podían surgir durante la misma. Por tanto, estamos hablando de una encuesta-cuestionario papel autoadministrado con asistencia del alumno autor del trabajo.

Se ha estudiado la realización de las mismas en estancias con buena iluminación para permitir la buena visualización de ambos sistemas. Así mismo, se rogaba al usuario que se pusiese de pie en los momentos de la visualización de los casos de estudio para permitir una experiencia completa de los mismos, pudiendo visualizar los paneles desde todos los ángulos y sugiriendo un movimiento completo en el sistema de gafas de realidad virtual.

Como datos personales y al ser la encuesta anónima, únicamente se ha solicitado la edad, el sexo y la vinculación o no con la arquitectura. Además, se ha solicitado el dni en todos los casos para una supuesta comprobación por parte de cualquier institución. Además, toda la información se hizo anónima previamente al estudio de los resultados, garantizando la objetividad de los mismos.

Como dato final, podemos destacar que se llevaron a cabo la totalidad de las entrevistas sin ningún tipo de inconveniente, no existiendo abandono ninguno por parte de los perfiles de estudio.



Figura 52. Usuario encuestado nº 24 durante la realización de la encuesta. (Elaboración propia)

10.1. Resultados

A continuación se detallan los resultados más significativos obtenidos directamente de las encuestas realizadas a los perfiles, separando inicialmente los cuantitativos de los cualitativos.

10.1.1. Resultados cuantitativos

La cuantificación de los valores de este aparatado irá en un baremo de -2 a 2, corresponiendo el -2 a una puntuación de mayor afinidad con la imagen 180° y el 2 a una puntuación de mayor afinidad con la imagen 360°.

Inicialmente, nos basamos en la puntuación media de las valoraciones de la encuesta como principal indicador para realizar el análisis de los resultados. Además, se informa de los valores de la desviación típica y la varianza. Tanto uno como el otro indicador nos sirven para medir la dispersión de estos valores respecto a las medias analizadas inicialmente, es decir, cuanto se alejan los valores que nos han dado los entrevistados respecto de la media. Dicho de otra forma, aquellos valores de desviación típica más cercanos a la media serán aquellos que tienen una menor desviación.

Los resultados principales que engloban a todos los perfiles estudiados en cuanto a sus valoraciones en la encuesta son los siguientes:

Notas:

Tanto para la visualización del formato de la encuesta y/o las respuestas cuantitativas/cualitativas de los perfiles de estudio, consultar el ANEXO_01_ENCUESTAS DIGITALIZADAS

Para la visualización de los resultados generales (total de puntos, medias, verianzas y desviaciones estándar), consultar el ANEXO_02_TABLA RESULTADOS GENERALES

Para la visualización de los resultados individuales, consultar el ANEXO_03_TABLA RESULTADOS INDIVIDUALES

10.1.1.1. Resultados que engloban toda la muestra

-Las 15 valoraciones analizadas obtienen una puntuación positiva para el conjunto de la población, dado que ninguno de ellos obtiene una valoración negativa.

-Evidentemente, existen aspectos mejor valorados que otros, por lo que si estableciéramos un Ranking obtendríamos que los tres aspectos mejor valorados serían los siguientes:

- 1. La capacidad para generar estados emocionales en general, con una puntuación de 1,61
- 2. El atractivo de la presentación, con una puntuación de 1,48
- 3. La sensación de abstracción, con una puntuación de 1,46

-Por el contrario, las tres valoraciones con una puntuación más baja, aunque siempre dentro de un resultado positivo serían las siguientes:

- 1. La fidelidad del color, con una puntuación de 0,14
- 2. La fidelidad de la iluminación, con una puntuación de 0,2
- 3. La fidelidad de los materiales, con una puntuación de 0,23

En el conjunto de la población los ítems que tienen una mayor dispersión en la distribución de sus puntuaciones tanto en un nivel superior (las de mayor valor en su desviación típica y varianza como en un nivel inferior (las de menor valor en su desviación típica y varianza) son:

- La fidelidad del color
- La capacidad para generar sensación de tranquilidad
- La sensación de abstracción

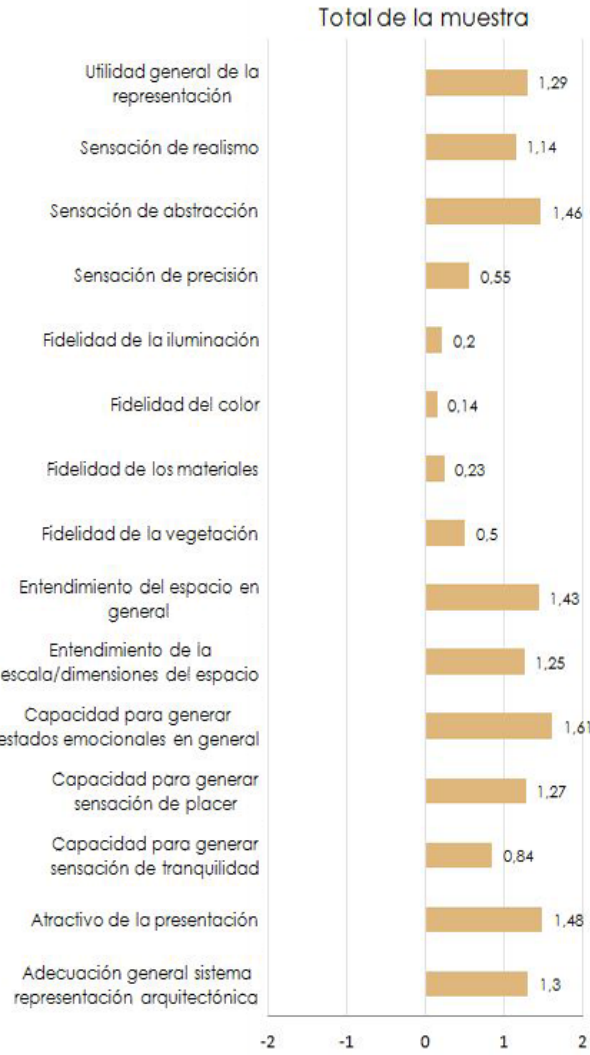


Figura 53. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto al total de la muestra en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

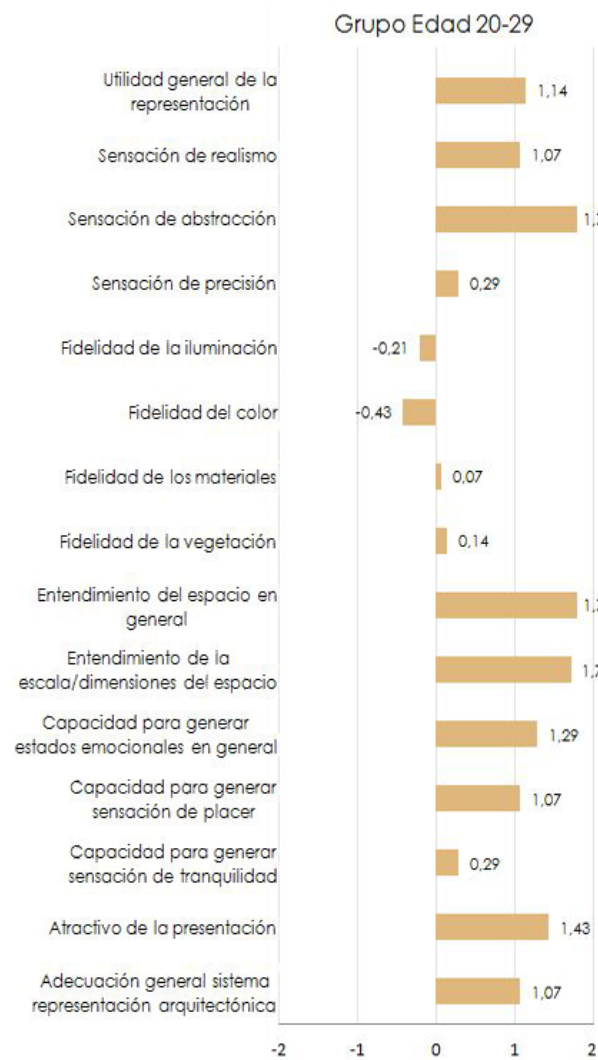


Figura 54. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto del grupo de edad 20-29 en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

10.1.1.2. Resultados grupo de población 20-29 años

-En este grupo de población, el ranking de las valoraciones con puntuaciones más elevadas serían los siguientes:

1. El entendimiento del espacio en general, con una puntuación de 1,79
2. La sensación de abstracción, con una puntuación de 1,79
3. El entendimiento de la escala/dimensiones del espacio, con una puntuación de 1,71

-En relación a los que obtienen una valoración media más baja se encontrarían los siguientes:

1. La fidelidad del color, con una puntuación de -0,43
2. La fidelidad de la iluminación, con una puntuación de -0,21
3. La fidelidad de los materiales, con una puntuación de 0,07

Finalmente, hay que reseñar que de las 15 valoraciones obtenidas en dicho grupo de población de la muestra, existen dos con valoraciones negativas (Fidelidad del color y fidelidad de la iluminación) con puntuaciones de -0,43 y -0,21, respectivamente.

En el grupo de edad de 20 a 29 años los ítems que tienen una mayor dispersión en la distribución de sus puntuaciones tanto en un nivel superior (las de mayor valor en su desviación típica y varianza como en un nivel inferior (las de menor valor en su desviación típica y varianza) son:

- La fidelidad de la iluminación
- La fidelidad de los materiales
- El entendimiento de la escala/dimensiones del espacio

10.1.1.3. Resultados grupo de población 30-39 años

-En este grupo de población, el ranking de las valoraciones con puntuaciones más elevadas serían los siguientes:

1. El atractivo de la representación, con una puntuación de 1,71
2. La capacidad para generar estados emocionales en general, con una puntuación de 1,64
3. La utilidad general de la representación, con una puntuación de 1,43

-En relación a los que obtienen una valoración media más baja se encontrarían los siguientes:

1. La fidelidad de los materiales, con una puntuación de 0,07
2. La fidelidad de la iluminación, con una puntuación de 0,29
3. La fidelidad de la vegetación, con una puntuación de 0,29

Finalmente, hay que reseñar que ninguna de las valoraciones realizadas en este grupo de población está en una puntuación negativa.

En el grupo de edad de 30 a 39 años los ítems que tienen una mayor dispersión en la distribución de sus puntuaciones tanto en un nivel superior (las de mayor valor en su desviación típica y varianza como en un nivel inferior (las de menor valor en su desviación típica y varianza) son:

- La sensación de precisión
- El entendimiento del espacio en general
- El atractivo de la presentación

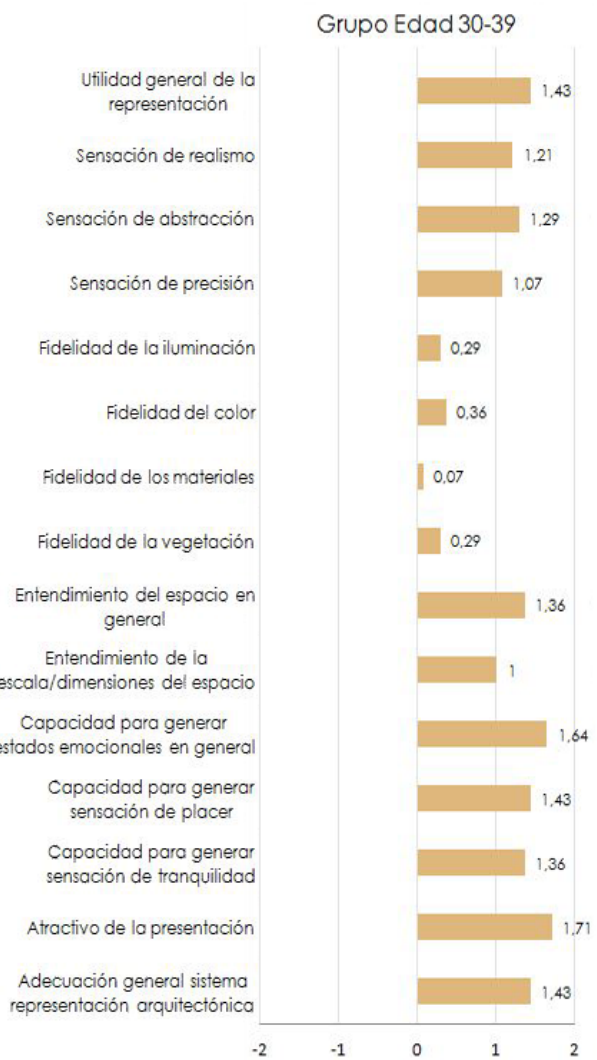


Figura 55. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto del grupo de edad 30-39 en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

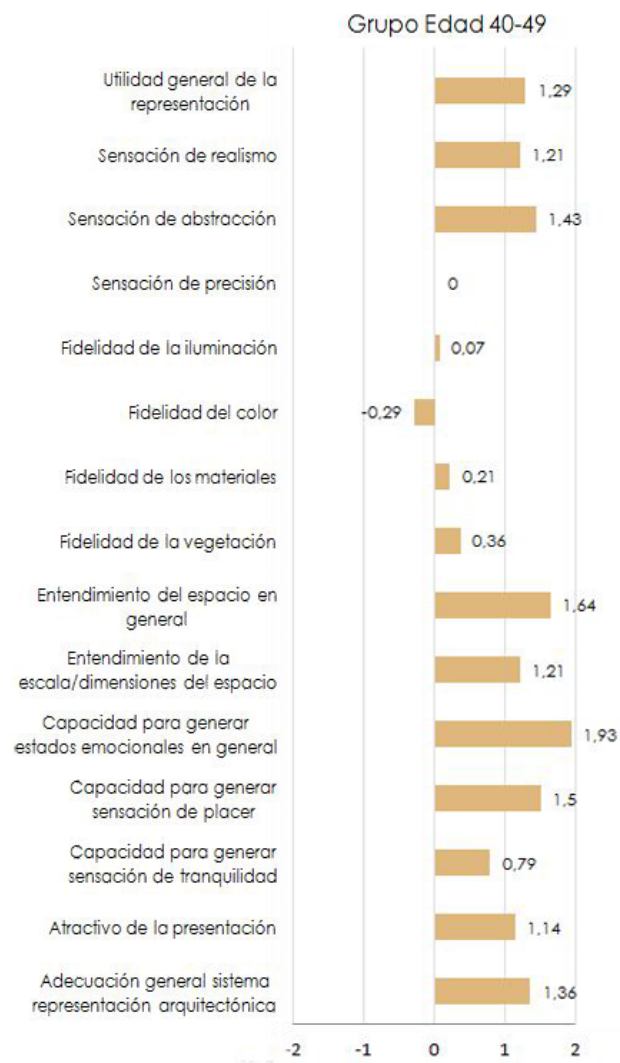


Figura 56. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto del grupo de edad 40-49 en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

10.1.1.4. Resultados grupo de población 40-49 años

-En este grupo de población, el ranking de las valoraciones con puntuaciones más elevadas serían los siguientes:

1. La capacidad para generar estados emocionales en general, con una puntuación de 1,93
2. El entendimiento del espacio en general, con una puntuación de 1,64
3. La capacidad para generar sensación de placer, con una puntuación de 1,5

-En relación a los que obtienen una valoración media más baja se encontrarían los siguientes:

1. La fidelidad del color, con una puntuación de -0,29
2. La sensación de precisión, con una puntuación de 0
3. La fidelidad de la iluminación, con una puntuación de 0,07

Finalmente, hay que reseñar que únicamente una de las valoraciones obtiene una puntuación negativa (la fidelidad del color) con -0,29.

En el grupo de edad de 40 a 49 años los ítems que tienen una mayor dispersión en la distribución de sus puntuaciones tanto en un nivel superior (las de mayor valor en su desviación típica y varianza como en un nivel inferior (las de menor valor en su desviación típica y varianza) son:

La capacidad para generar sensación de tranquilidad
La sensación de precisión
La fidelidad del color

10.1.1.5. Resultados grupo de población 50+ años

-En este grupo de población, el ranking de las valoraciones con puntuaciones más elevadas serían los siguientes:

1. El atractivo de la representación, con una puntuación de 1,64
2. La capacidad para generar estados emocionales en general, con una puntuación de 1,57
3. La sensación de abstracción, con una puntuación de 1,36

-En relación a los que obtienen una valoración media más baja se encontrarían los siguientes:

1. La fidelidad de los materiales, con una puntuación de 0,57
2. La fidelidad de la iluminación, con una puntuación de 0,64
3. La sensación de precisión, con una puntuación de 0,86

Finalmente, hay que reseñar que ninguna de las valoraciones realizadas en este grupo de población obtiene una puntuación negativa.

En el grupo de edad de 50 o más años los ítems que tienen una mayor dispersión en la distribución de sus puntuaciones tanto en un nivel superior (las de mayor valor en su desviación típica y varianza como en un nivel inferior (las de menor valor en su desviación típica y varianza) son:

La capacidad para generar sensación de placer
La capacidad para generar sensación de tranquilidad
La sensación de realismo

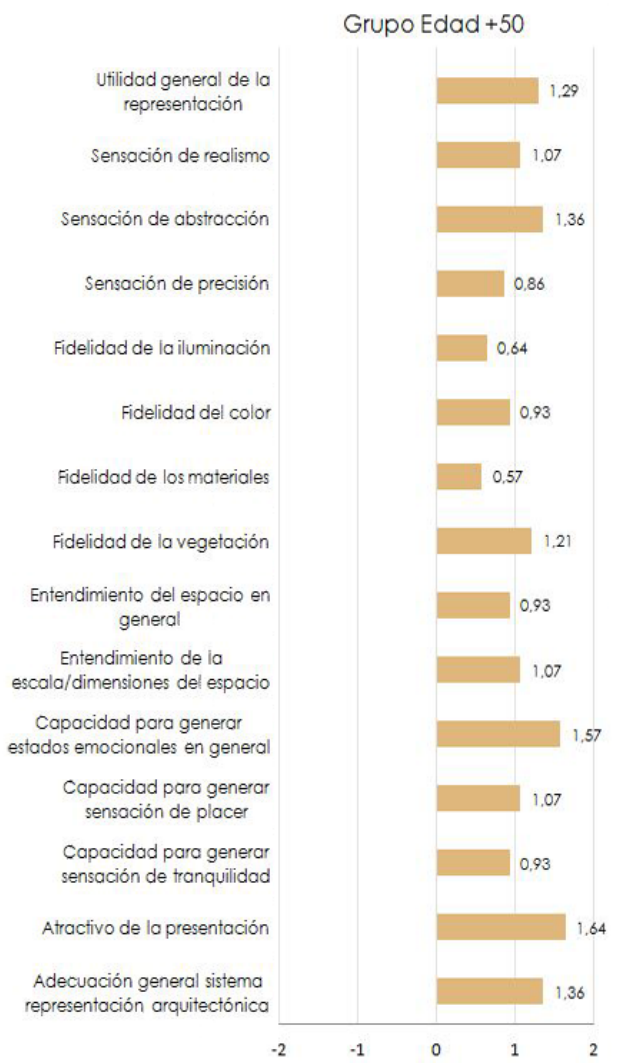


Figura 57. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto del grupo de edad +50 en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).



Figura 58. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto al sexo masculino en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

10.1.1.6. Resultados grupo de población sexo Masculino

-En este grupo de población, el ranking de las valoraciones con puntuaciones más elevadas serían los siguientes:

1. La capacidad para generar estados emocionales en general, con una puntuación de 1,68
2. El entendimiento del espacio en general , con una puntuación de 1,54
3. La sensación de abstracción, con una puntuación de 1,57

-En relación a los que obtienen una valoración media más baja se encontrarían los siguientes:

1. La fidelidad del color, con una puntuación de -0,25
2. La fidelidad de los materiales, con una puntuación de -0,11
3. La fidelidad de la iluminación, con una puntuación de 0,07

Finalmente, hay que reseñar que de las 15 valoraciones obtenidas en dicho grupo de población de la muestra, existen dos con valoraciones negativas (Fidelidad del color y fidelidad de los materiales) con puntuaciones de -0,25 y -0,11, respectivamente.

En el grupo de varones los ítems que tienen una mayor dispersión en la distribución de sus puntuaciones tanto en un nivel superior (las de mayor valor en su desviación típica y varianza como en un nivel inferior (las de menor valor en su desviación típica y varianza) son:

La fidelidad de la iluminación
La capacidad para generar sensación de tranquilidad
La capacidad para generar sensación de placer

10.1.1.7. Resultados grupo de población sexo Femenino

-En este grupo de población, el ranking de las valoraciones con puntuaciones más elevadas serían los siguientes:

1. La capacidad para generar estados emocionales en general, con una puntuación de 1,54
2. El atractivo de la presentación, con una puntuación de 1,54
3. El entendimiento de la escala/dimensiones del espacio, con una puntuación de 1,46

-En relación a los que obtienen una valoración media más baja se encontrarían los siguientes:

1. La fidelidad de la iluminación, con una puntuación de 0,32
2. La fidelidad del color, con una puntuación de 0,54
3. La fidelidad de los materiales, con una puntuación de 0,57

Finalmente, hay que reseñar que ninguna de las valoraciones realizadas en este grupo de población obtiene una puntuación negativa.

En el grupo de mujeres los ítems que tienen una mayor dispersión en la distribución de sus puntuaciones tanto en un nivel superior (las de mayor valor en su desviación típica y varianza como en un nivel inferior (las de menor valor en su desviación típica y varianza) son:

La fidelidad del color
La sensación de realismo
El atractivo de la presentación



Figura 59. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto al sexo femenino en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

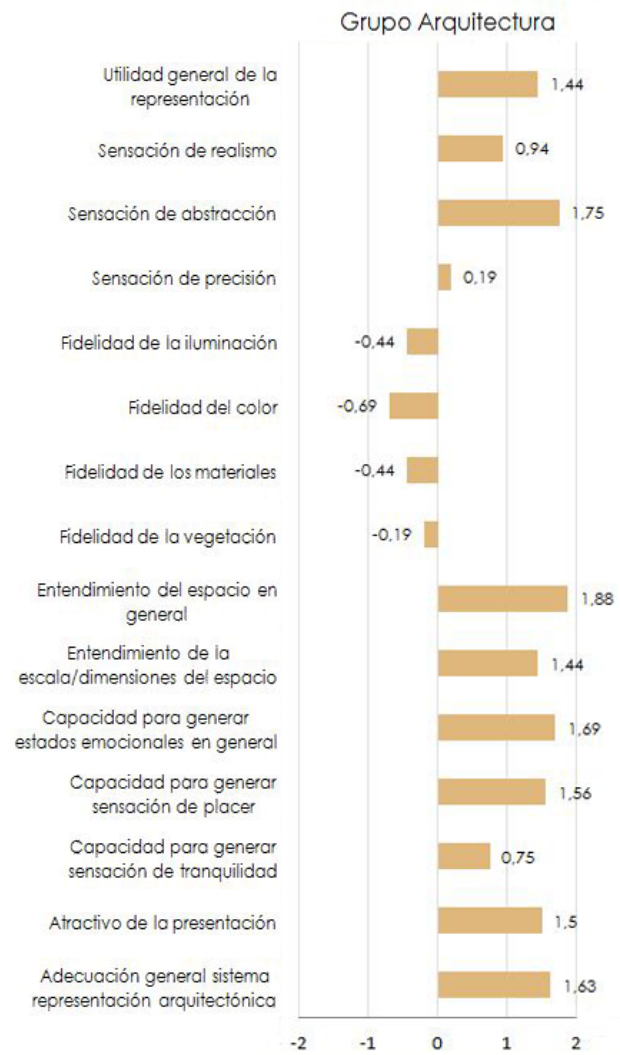


Figura 60. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto al grupo relacionado con la arquitectura en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

10.1.1.8. Resultados grupo de población relacionado con la arquitectura

-En este grupo de población, el ranking de las valoraciones con puntuaciones más elevadas serían los siguientes:

1. El entendimiento del espacio en general, con una puntuación de 1,88
2. La sensación de abstracción, con una puntuación de 1,75
3. La capacidad para generar estados emocionales en general, con una puntuación de 1,69

-En relación a los que obtienen una valoración media más baja se encontrarían los siguientes:

1. La fidelidad del color, con una puntuación de -0,69
2. La fidelidad de los materiales, con una puntuación de -0,44
3. La fidelidad de la iluminación, con una puntuación de -0,44

Finalmente, hay que reseñar que de las 15 valoraciones obtenidas en dicho grupo de población de la muestra, existen cuatro con valoraciones negativas (fidelidad de la iluminación, fidelidad del color, fidelidad de los materiales y fidelidad de la vegetación) con puntuaciones de -0,44, -0,69, -0,44 y -0,19, respectivamente.

En el grupo de población relacionada con la arquitectura los ítems que tienen una mayor dispersión en la distribución de sus puntuaciones tanto en un nivel superior (las de mayor valor en su desviación típica y varianza como en un nivel inferior (las de menor valor en su desviación típica y vari- anza) son:

- La sensación de precisión
- La sensación de realismo
- La sensación de abstracción

10.1.1.9. Resultados grupo de población no relacionado con la arquitectura

-En este grupo de población, el ranking de las valoraciones con puntua- ciones más elevadas serían los siguientes:

1. La capacidad para generar estados emocionales en general, con una puntuación de 1,58
2. El atractivo de la representación, con una puntuación de 1,48
3. La sensación de abstracción, con una puntuación de 1,35

-En relación a los que obtienen una valoración media más baja se encon- trarían los siguientes:

1. La fidelidad de la iluminación, con una puntuación de 0,45
2. La fidelidad del color, con una puntuación de 0,48
3. La fidelidad de los materiales, con una puntuación de 0,5

Finalmente, hay que reseñar que ninguna de las valoraciones realizadas en este grupo de población obtiene una puntuación negativa.

En el grupo de población no relacionado con la arquitectura los ítems que tienen una mayor dispersión en la distribución de sus puntuaciones tanto en un nivel superior (las de mayor valor en su desviación típica y varianza como en un nivel inferior (las de menor valor en su desviación típica y vari- anza) son:

- La capacidad para generar sensación de tranquilidad
- La fidelidad de la vegetación
- La sensación de abstracción



Figura 61. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto al grupo no relacionado con la arquitectura en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

10.1.2. Resultados cualitativos

A continuación, se hace una recopilación y un breve análisis de las respuestas cualitativas, es decir, respuestas en formato texto, opcionales y abiertas que los usuarios aportaron en su experiencia durante la encuesta.

-A modo de apreciación general, es importante destacar una parte de la muestra que manifiesta a través de las respuestas cuallitativas una clara aceptación general del sistema 360°. Estas son algunas citas que se consideran características de este grupo:

Encuestado nº 03: “Aunque tenga aspectos de mejora, la imagen 360° es ideal para conocer mejor como está todo integrado”

Encuestado nº 05: “Las dos imágenes cumplen su función pero la 360° aporta más y es mas cómoda de presentar”

Encuestado nº 10: “En la mayoría de los casos las fotos difieren mucho de la realidad y con este sistema no es así. Sobretodo ayuda a personas a las cuales les cuesta imaginarse como quedarían los espacios”

Encuestado nº 32: “Creo que sería útil implementar las imágenes 360° en las infografías 3D en el ámbito de la arquitectura”

Encuestado nº 47: “Con la vista 360° se despiertan el resto de los sentidos, apetece tocar, oler, etc”

-Existe presencia de un grupo de perfiles que critican el sistema 360° a nivel hardware, es decir, desearían cierta mejora en algunos aspectos como el pixelado, la resolución y la calidad en general. Estas son algunas citas que se consideran características de este grupo:

Encuestado nº 45: “Imagen 360° pero mayor resolución de la imagen”

Encuestado nº 50: “Falta mejora en la definición de la imagen 360º”

Encuestado nº 47: “Debido a la resolución, los materiales son más realistas en la imagen plana”

Encuestado nº 02: “Me parece más adecuado el VR pero le falta calidad a nivel hardware”

Encuestado nº 03: “Falta de calidad en la imagen 360º”

Encuestado nº 27: “Intentar mejorar los pixels para ver mejor el color y los materiales”

-Es muy notable también la aparición de una vertiente de la muestra que opina que ambos sistemas deberían estar presentes al mismo tiempo, es decir, deberían de ser complementarios. Estas son algunas citas que se consideran características de este grupo:

Encuestado nº 01: “Creo que son complementarias, la estática da una visión más general y el 360° de mayor detalle”

Encuestado nº 12: “Ambas son útiles, entiendo que son complementarias y no excluyentes”

Encuestado nº 24: “Creo que lo ideal es la combinación de ambos sistemas”

Encuestado nº 43: “Ambos de manera conjunta”

Encuestado nº 48: “Los dos son adecuados, el 2D como primera presentación y el 3D para entender el proyecto”

Encuestado nº 45: “Creo que ambas se complementan”

-Se considera oportuno nombrar a una pequeña parte de la muestra que manifestó en algún momento de la experiencia algún problema a nivel físico. Estas son algunas citas que se consideran características de este grupo:

Encuestado nº 30: “Ver a través de la imagen 360° me producía sensación de mareo, como si estuviera en un barco”

Encuestado nº 51: “Produce un poco de mareo y quizás vértigo. Por lo demás, las sensaciones que transmiten son muy positivas”

Encuestado nº 56: “Al llevar gafas de vista (lejos/cerca) se desenfocaba un poco el espacio si me las quitaba”

-Al mismo tiempo, es destacable que exista una parte de la muestra que mencione el sistema de 360° como algo bueno para desarrollar en un futuro próximo, una herramienta que podría ser útil a la larga. Estas son algunas citas que se consideran características de este grupo:

Encuestado nº 22: “Es más aplicable a una realidad futura el de la imagen 360º”

Encuestado nº 28: “Una técnica muy innovadora, tendrá muchos usos en el futuro”

Encuestado nº 31: “Imagen 360°. Tiene más futuro.”

Encuestado nº 45: “Tras la mejora del 360°, puede ser el futuro de las infografías”

Encuestado nº 54: “En un futuro será indispensable”

-En cuanto al entendimiento del espacio, es destacable que una parte significativa de la muestra señalan que la visualización 360º permite comprender mucho mejor los aspectos relativos a la dimensión, organización y amplitud del espacio. Estas son algunas citas que se consideran características de este grupo:

Encuestado nº 01: “El 360 porque te permite “introducirte” en el entorno”

Encuestado nº 10: “Te integra en el espacio a la perfección”

Encuestado nº 22: “El 360 porque te permite introducirte en el espacio”

Encuestado nº 27: “Me parece mejor la máquina 360º porque formas parte del espacio”

Encuestado nº 38: “Me ha parecido más atractivo el sistema 360º para la visualización más fiel del espacio”

Encuestado nº 39: “La imagen 360 hace que vivas la estancia y sus elementos”

Encuestado nº 41: “Imagen 360º, la sensación de realidad y comprensión del espacio es más clara”

Encuestado nº 47: “Muy útil para tener una percepción más real del espacio ”

11. Conclusiones y aspectos finales

Uno de los objetivos principales del trabajo consiste en demostrar la viabilidad o conveniencia de la implementación de los renders 360° como sistema de representación para la arquitectura. Para ello, se ha realizado un recorrido por la historia de las infografías, mediante el cual nos remontamos a los orígenes de la informática gráfica como medio de expresión revolucionario aún sin conocer sus innumerables posibilidades. Además, nos centramos en el ámbito de todos los software principales que han influido de un modo u otro en el desarrollo de las infografías 3D, aportando un ejemplo posterior de creación de la propia infografía. Es importante tener en cuenta también el análisis realizado de la influencia de los renders e infografías en la arquitectura a lo largo de la historia. Toda esta sucesión de estudios nos condicionarán para elegir el render 360° como objeto de evaluación, diseñando y mostrando escenas de arquitectura de manera revolucionaria, para su posterior comprobación de eficacia.

Para ello, se realiza un trabajo de campo donde nos apoyamos de cuatro casos prácticos que posteriormente serán mostrados a las personas encuestadas, dentro de una muestra obtenida a partir de un público objetivo. Mediante valoraciones subjetivas (tanto de carácter cuantitativo como cualitativo) de los sujetos encuestados y a través de un análisis y el procesamiento de los resultados del trabajo de campo obtenemos varias conclusiones importantes a destacar:

_Conclusión 1: El novedoso sistema 360° supone un avance muy notable en cuanto a la capacidad de atracción y de potenciación de los sentimientos y emociones del usuario.

Tal y como muestran los resultados cuantitativos, los dos valores de una media con mayor afinidad al sistema 360° son “la capacidad para generar estados emocionales en general” y “el atractivo de la presentación”. Estos dos valores, junto a otras respuestas cualitativas como la del sujeto encuestado nº39 “La imagen 360 hace que vivas la estancia y sus elementos” o la del sujeto encuestado nº47 “Con la vista 360° se despiertan el resto de los sentidos, apetece tocar, oler, etc” nos derivan a una conclusión muy interesante:

Es innegable que la forma de representar los espacios en la arquitectura a través de las gafas de realidad virtual con imágenes 360° es una forma atractiva de llevarla a cabo. Tanto si los encuestados estaban familiarizados con la arquitectura o no, existe un sentimiento de “sorpresa” en general

que se mantiene a medida que se visualizaban los distintos espacios 360°. Esta sensación no es causada por la simple utilización de un sistema novedoso en sí, sino por el resultado de pensar que realmente estamos involucrados en el espacio que estamos visualizando. El sistema 360° nos permite visualizar el espacio desde dentro, hecho que provoca en los usuarios una reacción de sorpresa traducida en la efectividad del mismo para poder hacer sentir a la persona que se encuentra en dicho espacio, activarle los sentimientos que le generaría ese espacio en la realidad, suscitar intriga en la visualización de cada rincón, etc.

_Conclusión 2: Existe una importante mejora del sistema 360° respecto a la manera tradicional de visualizar los espacios en cuanto al entendimiento general del mismo, así como a la captación de su escala y dimensiones.

Uno de los puntos fuertes del sistema 360° tras haber procesado los resultados es la más que notable sensación de mejora en cuanto al entendimiento del espacio en general respecto al sistema estático 180°. Las respuestas cuantitativas de la encuesta posicionan en 4º y 5º lugar a los aspectos “Entendimiento del espacio en general” y “Entendimiento de la escala/dimensiones del espacio” con puntuaciones de 1,43 y 1,25, respectivamente. Además, encontramos multitud de respuestas cualitativas que hacen hincapié en este aspecto, como la del sujeto encuestado nº10 “Te integra en el espacio a la perfección” o la del sujeto encuestado nº39 “La imagen 360 hace que vivas la estancia y sus elementos”.

Dichas valoraciones y puntuaciones nos señalan una clara elección del sistema 360° como herramienta para entender y comprender el espacio. Es probable que ello venga suscitado por la posibilidad de dicho sistema para ofrecer al usuario una completa inmersión en el espacio arquitectónico, una libertad de giro y de dirección de la mirada que no proporciona el sistema estático 180°. Este hecho, tanto para las personas relacionadas con la arquitectura como las que no lo están, ha supuesto una mejora importante para el entendimiento del espacio en general.

_Conclusión 3: A pesar de la evidente mejora en muchos aspectos del sistema 360° respecto al convencional, es apreciable la necesidad de mejora de ciertos niveles hardware o software del mismo que, posiblemente y puesto que se encuentra en fase de desarrollo, serán subsanados en un futuro próximo.

En los datos extraídos del procesamiento de las valoraciones de los perfiles destaca la falta de calidad (debido a ser un sistema reciente y económicamente viable para el usuario de a pié) de algunas partes del hardware del sistema 360°. Como se puede apreciar, las valoraciones que más afinidad muestran con el sistema estático 180° (donde la calidad ha alcanzado un máximo en cuanto a realismo, colorido, materiales, etc) son las referidas a la fidelidad del color, de la iluminación y de los materiales.

Esta sensación de falta de calidad a nivel hardware viene suscitado por el simple hecho de que vemos la imagen 360° a través de una pantalla mucho más pequeña que la de cualquier ordenador o proyector. Estamos hablando de pantallas que rara vez superan las 6 pulgadas de tamaño, lo que nos llevaría a una concentración de píxeles mucho menor que cualquier otra pantalla. Por ello, dicha limitación del espacio de pantalla y quizás su sistema de colocación son los responsables de que algunos aspectos de calidad sean mejorables. Tal y como otros usuarios afirman, una vez desarrollado este sistema en su máximo esplendor, es obvio que seremos capaces de visualizar el espacio tal y como se ve en la realidad, de forma que no exista barrera ninguna para imaginar que estamos realmente en este espacio.

_Como **conclusión general**, se puede afirmar que el sistema de creación y representación de render 360° es una herramienta que es capaz, a pesar de sus pequeñas limitaciones a nivel hardware, de brindar una forma de visualización de la arquitectura muy novedosa, útil y completa. Atendiendo a estas limitaciones actuales, se podría decir que una solución óptima consistiría en una combinación de ambos sistemas. Así pues, podríamos apreciar las calidades de los materiales, colores, texturas, etc. al 100% en el sistema estático 180°, mientras que la parte del entendimiento del espacio y su análisis en cuanto al proyecto quedaría destinado al sistema 360°. Partiendo de lo analizado en este trabajo y teniendo en cuenta que el sistema 360° es una herramienta de visualización emergente, encontrándose ya en una posición privilegiada respecto a otras opciones de creación y visualización, podemos afirmar que será un sistema muy útil, efectivo y necesario en un futuro próximo en el ámbito arquitectónico.

12. Referencias bibliográficas

-Española, R.A., 1952. Real academia española. Perlado, Páez.

-Fetter, W.A., 1965. Computer graphics in communication. McGraw-Hill.

-Project Whirlwind: The history of a pioneer computer (pp. 168-223. Bedford, Massachusetts: Digital Press.

-Sutherland, I., 1963. SKETCHPAD-a man-machine graphical interface(Doctoral dissertation, PhD thesis, MIT).

-Jacks, E.L., 1966. Design Augmented by Computers. Design Quarterly, pp.24-29.

-Knowlton, Ken, and Leon Harmon. "Computer-produced grey scales."Computer Graphics and Image Processing 1.1 (1972): 1-20.

-Computer Graphics (SIGGRAPH '84 Proceedings), Vol. 18, No. 3, July 1984, pp. 213-222.

-Kermani, P. and Kleinrock, L., 1979. Virtual cut-through: A new computer communication switching technique. Computer Networks (1976), 3(4), pp.267-286.

-(Dr. Hanratty,Patrick, 1957. "PRONTO"

-López-Tarruella Maldonado, Juan, 2012. TFM Realidad Virtual aplicada a la Arquitectura

-(Azhar, S., 2011. Building information modeling (BIM))

-Akenine-Möller, T., Haines, E. and Hoffman, N., 2008. Real-time rendering. CRC Press.

-Silva, F.B. and Díaz, A.L., 2010. Programas informáticos Líder y Calener para la certificación de la eficiencia energética en edificios. Técnica Industrial, 285, p.52.

-Akenine-Möller, T., Haines, E. and Hoffman, N., 2008. Real-time rendering. CRC Press.

-<http://www.nas.nasa.gov/Software/VWT/vr.html>, 2015

-Radford, A. et al., 1997. Issues of abstraction, accuracy and realism in large scale computer urban models. In CAAD futures 1997. Netherlands: Springer, pp. 679–6

-Pietsch, S.M., 2000. Computer visualisation in the design control of urban environments: a literature review. Environment and Planning B, 27(4), pp.521–536.

Mehrabian, A., Russell, J., 1977. Evidence for a three-factor theory of emotions. J. Res. Pers. 11, 273-294.

-Díaz, Bernardo. 2015. Estudio Tecnocasa." Estudio comprador de vivienda que está detrás de la reactivación del mercado"

-Planner y ST (2009). "Estudio de mercado residencial"

-Oculus, V.R., 2015. Oculus rift. Available from WWW:< <http://www.oculusvr.com/rift>.

-Debevec, P.E., Taylor, C.J. and Malik, J., 1996, August. Modeling and rendering architecture from photographs: A hybrid geometry-and image-based approach. In Proceedings of the 23rd annual conference on Computer graphics and interactive techniques (pp. 11-20). ACM.

13. Relación figuras e imágenes

-Figura1. La primera computadora con pantalla e introducción de datos a tiempo real. Whirlwind. Museo de ciencias de Boston. (<http://www.computerhistory.org/collections/catalog/102622567>)

-Figura 2. Monitor de la computadora Whirlwind. Museo de ciencias de Boston. (<http://history-computer.com/ModernComputer/Electronic/Whirlwind.html>)

-Figura3. Primer sistema de realidad virtual. La espada de Damocles. Ivan Sutherland. (<http://techland.time.com/2013/04/12/a-talk-with-computer-graphics-pioneer-ivan-sutherland/>)

-Figura 4.Primer programa con interfaz gráfica de usuario. Sketchpad. Ivan Shuterland. (<https://www.youtube.com/watch?v=hFV0kJtFAXM>)

-Figura 5. Interfaz gráfica. Sketchpad. Ivan Shuterland. ((<https://www.youtube.com/watch?v=hFV0kJtFAXM>)

-Figura 6. Primer CAD comercial de la historia. DAC-1. IBM y General Motors. (<https://es.pinterest.com/bucefalo7/retro-lightpen/>)

-Figura7. Reconstrucción de una imagen utilizando caracteres tipográficos. Beflix. Knowlton y Harmon (<http://dada.compart-bremen.de/item/agent/203>)

-Figura 8. Mediciones de luz para perfeccionar algoritmos de los motores de render. Cornell Box. (https://en.wikipedia.org/wiki/Cornell_box)

-Figura 9. Primera aplicación de Texture mapping y Reflection mapping. Utah Teapot. Computer Science California. (<http://www.computerhistory.org/revolution/computer-graphics-music-and-art/15/206>)

-Figura 10. Captura de pantalla del programa Autocad. Autodesk.

-Figura 11. Captura de pantalla del programa Autocad Architecture. Autodesk.

-Figura 12. Captura de pantalla del programa Archicad. Graphisoft.

-Figura 13. Captura de pantalla del programa Revit. Autodesk.

-Figura 14. Gráfico que muestra el rendimiento en cuanto al tiempo de trabajo / resultados de los programas CAD vs BIM. (http://www.graphisoft.com/images/open_bim/about_bim/image-CADvsBIM.png)

-Figura 15. Análisis estructural. CYPE. (<http://etsie.ugr.es/cype>)

-Figura 16. Comando más utilizado en los modelados 3D. Extrusión. (<https://xsisupport.com/category/ice-modeling/>)

-Figura 17 y 18. Operaciones complejas de modelado. Rhinoceros. (<https://thinkparametric.com/courses/rhino-101-fundamentals-of-3d-modelling>)

-Figura 19. Proceso de renderizado. Rhinoceros con V-ray. (https://www.vray.com/vray_for_rhino/manual/vray_frame_buffer.shtml)

-Figura 20. Proceso de renderizado de un cabello. V-ray 3ds max. (https://www.youtube.com/watch?v=Gu_gpNu5VVE)

-Figura 21. Proceso completo de animación. 3ds max. (<http://forums.autodesk.com/t5/3ds-max/ct-p/area-c1>)

-Figura 22. Adición de efectos de postproducción a imagen previamente renderizada. Photoshop. (<https://www.youtube.com/watch?v=JRoqO-BQlh4>)

-Figura 23. Adición de detalles via realidad aumentada a un espacio diáfano. App Iris. (<http://www.muyccomputer.com/2011/08/29/fujitsu-iris-imaginando-tablet-futuro>)

-Figuras 24 y 25. Experiencias de realidad virtual. Unity 3D (23) y Unreal Engine (24), (<http://www.hypergridbusiness.com/2013/04/architectures-virtual-reality/>) (<https://www.youtube.com/watch?v=X4ALrFcmSkw>)

-Figura 26. Captura de pantalla proceso de creación de infografía 3D. Delineación 2D. Autocad. (Elaboración propia)

-Figura 27. Captura de pantalla proceso de creación de infografía 3D. Modelado 3D. Autocad. (Elaboración propia)

-Figura28. Captura de pantalla proceso de creación de infografía 3D. Aplicación de materiales y texturas. 3ds Max. (Elaboración propia)

-Figura 29. Captura de pantalla proceso de creación de infografía 3D. Resultado tras renderizar. 3ds Max. (Elaboración propia)

-Figura 30. Captura de pantalla proceso de creación de infografía 3D. Postproducción. Photoshop. (Elaboración propia)

-Figura 31. Resultado final infografía 3D. (Elaboración propia)

-Figura 32. Ganador concurso arquitectura propuesto por la universidad técnica de Dinamarca. Christensen & Co. (http://www.archdaily.com/231026/research-and-educational-building-for-technical-university-denmark-christensen-co-architects/cco_eksteri_r_01/)

-Figura 33. Ganador del concurso de arquitectura Kimball Art Center. Big-Bjarke. (<http://www.art-agenda.com/shows/kimball-art-center-announces-big-bjarke-ingels-group-as-the-winner-of-architectural-design-competition/>)

-Figura 34. Sistema de realidad virtual patentado por Samsung actualmente de mayor éxito en el mercado. Oculus Rift. (<http://www.wareable.com/media/images/2016/07/gear-vr-press-1467761886-krBb-column-width-inline.jpg>)

-Figura35. Usuario mostrando gesto de sorpresa mientras visualiza una escena con gafas de realidad virtual. (https://cdn.virtualrealityreporter.com/wp-content/uploads/2016/08/oculus_vr_virtual_reality_oculus_rift_game_gamer_amazed.jpg)

-Figura 36: Resultado final Caso 01 180°_01. (Elaboración propia)

-Figura 37: Resultado final Caso 01 180°_02. (Elaboración propia)

-Figura 38: Resultado final Caso 01 360°. (Elaboración propia)

-Figura 39: Resultado final Caso 02 180°_01. (Elaboración propia)

-Figura 40: Resultado final Caso 02 180°_02. (Elaboración propia)

-Figura 41: Resultado final Caso 02 360°. (Elaboración propia)

-Figura 42: Resultado final Caso 03 180°_01. (Elaboración propia)

-Figura 43: Resultado final Caso 03 180°_02. (Elaboración propia)

-Figura 44: Resultado final Caso 03 360°. (Elaboración propia)

-Figura 45: Resultado final Caso 04 180°_01. (Elaboración propia)

-Figura 46: Resultado final Caso 04 180°_02. (Elaboración propia)

-Figura 47: Resultado final Caso 04 360°. (Elaboración propia)

-Figura 48: Tabla extraída del instituto nacional de estadística que hace referencia a la fracción de la población considerada como público objetivo para el trabajo de campo. (<http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=1894&capsel=1895>)

-Figura 49: Tabla modificada a partir de la anteriormente extraída en el INE, mostrando la fracción de población (organizada por grupos) de estudio del universo que consideramos estudiada. (<http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=1894&capsel=1895>)

-Figura 50. Gráfico de la muestra que señala homogénea distribución de la misma en ambos sexos y edades. (Elaboración propia)

-Figura 51. Usuario encuestado nº 51 durante la realización de la encuesta. (Elaboración propia)

-Figura 52. Usuario encuestado nº 24 durante la realización de la encuesta. (Elaboración propia)

-Figura 53. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto al total de la muestra en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

-Figura 54. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto del grupo de edad 20-29 en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

-Figura 55. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto del grupo de edad 30-39 en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

-Figura 56. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto del grupo de edad 40-49 en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

-Figura 57. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto del grupo de edad +50 en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

-Figura 58. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto al sexo masculino en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

-Figura 59. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto al sexo femenino en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

-Figura 60. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto al grupo relacionado con la arquitectura en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

-Figura 61. Gráfico que muestra las valoraciones cuantitativas respecto al grupo no relacionado con la arquitectura en un baremo [-2,2]. (Elaboración propia).

14. Anexos

Los archivos anexos adjuntos a esta memoria que podemos encontrar son los siguientes:

Anexo 01: Se facilita un documento con la totalidad de las encuestas digitalizadas.

Anexo 02: Se adjunta un documento con las tablas de los resultados finales clasificados por grupos de estudio.

Anexo 03: En este documento se adjunta una tabla con los resultados individuales de cada encuestado.

Trabajo final de grado
Fundamentos de la arquitectura

Tutores
Susana Iñarra Abad
Juan Luis Higuera Trujillo

Alumno
Mario Pistoni Pérez



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Las simulaciones ambientales son representaciones de entornos. En el ámbito de la arquitectura, para ello se cuenta con multitud de medios que han ido incorporándose a medida que la tecnología lo ha posibilitado. Actualmente, uno de los más usados es el render. El objetivo principal del trabajo consiste en comparar sistemáticamente dos de sus principales formas: el render 180° impreso en papel, y el novedoso render 360° visualizado en gafas de realidad virtual. De esta forma, tras una revisión del estado de la cuestión, se estudiaron cuantitativa y cualitativamente diversos aspectos subjetivos involucrados en su utilización por parte de diferentes perfiles de usuario, a través de un trabajo de campo en el que se muestran ambos sistemas a una muestra de público objetivo previamente estudiada. Del análisis de los resultados cabe destacar el avance que supone el render 360 que, junto a su asequibilidad, hace prever una rápida incorporación a las herramientas habituales de representación arquitectónica.



EL RENDER 360° COMO HERRAMIENTA PARA EVALUAR ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS